Pêches et Océans Canada
Fisheries and Oceans Canada

Sciences des écosystèmes et des océans
Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Réponse des Sciences 2016/052

Région du Pacifique

ÉVALUATION DU STOCK ET CONSEIL DE GESTION SUR LE HARENG DU PACIFIQUE EN COLOMBIE-BRITANNIQUE : ÉTAT DU STOCK EN 2016 ET PRÉVISIONS POUR 2017

Contexte

La Direction de la gestion des pêches du Pacifique de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé à la Direction des sciences de la Région du Pacifique du MPO d'évaluer l'état des stocks de hareng de la Colombie-Britannique (C.-B.) en 2016 et d'établir des prévisions sur l'abondance possible du hareng en 2017 ainsi que les conséquences de divers potentiels de récolte, afin de guider l'élaboration du Plan de gestion intégrée des pêches (PGIP) de 2016-2017.

L'abondance du hareng du Pacifique fait actuellement l'objet d'une évaluation au moyen d'un modèle statistique des prises selon l'âge. Le modèle des prises selon l'âge est ajusté aux données sur les prises commerciales, aux données sur les proportions d'âges et à un indice de biomasse du stock reproducteur indépendant de la pêche pour estimer la biomasse et le recrutement et pour établir des prévisions à un an de la biomasse du stock reproducteur (Martell *et al.* 2012; MPO 2015a). Sept versions du modèle sont respectivement ajustées aux données concernant cinq stocks principaux, à savoir Haida Gwaii (HG), district de Prince Rupert (DPR), côte centrale (CC), détroit de Georgie (DG) et côte ouest de l'île de Vancouver (COIV), et deux stocks secondaires, à savoir zone 2W et zone 27. Une version révisée du modèle des prises selon l'âge a été intégrée à l'évaluation du hareng en C.-B. en 2006 (Haist et Schweigert 2006), et la conception du modèle a ensuite fait l'objet de plusieurs itérations qui ont donné lieu à une restructuration de certaines de ses composantes et à la correction de problèmes observés dans le cadre d'un examen par les pairs. Un changement majeur apporté en 2011 (Martell *et al.* 2012) consiste à laisser le modèle estimer le paramètre de mise à l'échelle pour les relevés du frai par plongée q_2, plutôt que de le fixer à $q_2 = 1,0$, comme c'était le cas dans les modèles d'évaluation précédents. Un autre important changement apporté en 2011 a été de subordonner les seuils fixés pour la pêche commerciale dans la règle de contrôle des prises à l'estimation la plus récente par le modèle de la biomasse du stock reproducteur non exploitée BSR_0 (c.-à-d. cessation de la pêche lorsque l'estimation du stock tombe sous $0,25BSR_0$). Dans les itérations précédentes du modèle, les seuils étaient fixés à des niveaux absolus de la biomasse estimés en 1996 (Schweigert *et al.* 1997). Tout au long du présent document, l'expression « modèle d'évaluation 1 » (ME1) décrit la procédure de gestion (PG) la plus récente, dans laquelle le facteur de mise à l'échelle pour les relevés en surface q_1 (1951-1987) et les relevés par plongée q_2 (1988-2016) est estimé à partir des valeurs a priori; les seuils utilisés sont estimés. L'expression « modèle d'évaluation 2 » (ME2) désigne une approximation de la PG historique, dans laquelle la valeur pour les relevés en surface q_1 (1951-1987) est estimée, la valeur pour les relevés par plongée q_2 (1988-2016) est fixée à 1,0 et les seuils sont fixés aux niveaux de 1996.

Il y a eu un certain nombre de demandes d'évaluation des conséquences possibles de l'application du ME1 au lieu du ME2 pour la modélisation par simulation. Ces demandes ont été suscitées par des préoccupations par rapport au fait que les conséquences de l'application du ME1 n'avaient pas été évaluées par simulation avant la mise en œuvre du modèle en 2011, ce

qui, de concert avec l'absence de rétablissement dans certaines zones, a conduit à une remise en question du rendement du ME1. En mai 2015, un outil de simulation en boucle fermée a été élaboré pour évaluer le rendement des PG du hareng par rapport à une série de mesures de la conservation et du rendement des pêches. L'outil de simulation a été examiné en mai 2015 dans le cadre d'un processus d'examen régional par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) (MPO 2015b) et été accepté comme assurant une « validation de principe » du caractère scientifiquement défendable de la méthodologie de simulation. Cet outil de simulation a été utilisé pour l'élaboration de la réponse des Sciences de 2015 (MPO 2015a) en vue de trouver des compromis entre les PG qui supposent diverses hypothèses écologiques sur les conditions futures (p. ex., tendances futures de la mortalité naturelle et de la croissance du hareng) et les hypothèses de la modélisation de l'évaluation (p. ex., proportion du frai observée lors des relevés). Des approximations du ME1 et du ME2, de même que de plusieurs autres PG possibles, ont été évaluées en fonction d'une série de critères de conservation et de rendement de la pêche, notamment : la moyenne des prises, la variabilité annuelle moyenne des prises et la probabilité que les stocks tombent sous les points de référence limites éventuels de $0{,}25BSR_0$, $0{,}30BSR_0$ (Pikitch *et al.* 2012) et $0{,}40BSR_0$ (Pikitch *et al.* 2012). Toutefois, les résultats n'ont pas permis de conclure qu'une procédure de gestion était généralement préférable, après la prise en compte de toutes les mesures et de tous les compromis. Voir MPO 2015a, partie 2, pour un sommaire des résultats des simulations.

Des désaccords persistants au sujet de l'application du ME1 au lieu du ME2 et des divergences d'opinions entre les Premières Nations, les gestionnaires des ressources du MPO, les scientifiques du MPO et l'industrie ont mené à la création, en 2015, d'un groupe de travail technique pilote qui a été officialisé en 2016 comme étant le Groupe de travail technique sur le hareng (GTTH). Le GTTH est composé de fonctionnaires des Sciences et de Gestion des pêches du MPO, ainsi que de représentants techniques désignés par plusieurs Premières Nations côtières et par l'industrie. Il a fourni une aide technique à l'élaboration de la présente réponse des Sciences. Une description détaillée de la participation des membres du GTTH est fournie à la fin du présent document. Les résultats du ME1 et du ME2 ont été inclus dans la réponse des Sciences de 2015 (MPO 2015a), et le GTTH a recommandé que les résultats des deux méthodes d'estimation soient également inclus dans le présent document.

La Direction de la gestion des pêches du Pacifique de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé à la Direction des sciences de la Région du Pacifique du MPO d'évaluer l'état des stocks de hareng de la Colombie-Britannique en 2016 et d'établir des prévisions sur l'abondance possible du hareng en 2017 ainsi que les conséquences de divers taux de récolte éventuels, afin de soutenir l'élaboration du Plan de gestion intégrée des pêches de 2016-2017. L'état des stocks de hareng en C.-B. en 2016 et les prévisions pour 2017 sont présentés sous forme de mises à jour des deux évaluations des stocks : selon le ME1 (Martell *et al.* 2012) et selon le ME2 (approximation de Cleary et Schweigert 2011). Les deux PG ont été soumises à un examen par les pairs par l'intermédiaire du SCCS et les deux ont été appliquées pour l'élaboration d'avis scientifiques concernant le hareng du Pacifique durant les années antérieures. En réponse aux préoccupations suscitées par les processus antérieurs du SCCS et par la mise en œuvre de chaque méthode, le GTTH a également recommandé l'inclusion d'un tableau décrivant les principales caractéristiques et limites du ME1 et du ME2, afin de soutenir la prise de décisions à court terme (tableau A.1).

L'état actuel des stocks, les tendances actuelles et la biomasse projetée pour 2017 sont présentés. Dans les estimations de la biomasse et les tables de décision, les résultats obtenus selon les deux procédures de gestion ME1 et ME2 sont indiqués.

Les objectifs de la présente réponse des Sciences sont les suivants :

1. Évaluer l'état actuel du hareng du Pacifique pour chacun des cinq stocks principaux et des deux stocks secondaires selon le ME1 (q_1 estimé pour la période des relevés en surface, q_2 estimé pour la période des relevés par plongée; utilisation de seuils estimatifs) et le ME2 (q_1 estimé pour la période des relevés en surface, valeur fixe de q_2 = 1,0 pour la période des relevés par plongée; utilisation des seuils fixés en 1996).
2. Présenter les tendances de la biomasse de hareng, de l'épuisement et du recrutement pour chacun des stocks principaux et secondaires en employant à la fois les PG ME1 et ME2.
3. Présenter les probabilités que les niveaux de biomasse du stock reproducteur soient sous les seuils et les probabilités que les taux de récolte excèdent les cibles prescrites selon le ME1 et le ME2, pour différents totaux autorisés des captures (TAC) en 2017.

Des points de référence et des mesures du rendement supplémentaires ont aussi été inclus pour la zone de la côte centrale (CC) à la suite de discussions tenues en 2015 au sein du groupe technique réunissant des représentants du MPO et de la première Nation Heiltsuk.

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences de Septembre 2016 sur l'Évaluation du stock et Conseil de gestion sur le hareng du Pacifique en Colombie-Britannique : état du stock en 2016 et prévisions pour 2017.

Renseignements de base

Procédures de gestion des pêches du hareng du Pacifique en C.-B.

Les procédures de gestion (PG) du hareng du Pacifique (*Clupea pallasii*) en C.-B. comportent plusieurs composantes. Pour les besoins du présent document, une PG est définie comme une série d'intrants ou d'activités menant à la prise de décisions sur les taux d'exploitation pour une année donnée. Voici quelques-unes de ces composantes : la nature et la quantité des données recueillies; les hypothèses relatives à la structure des stocks; le choix du modèle d'évaluation des stocks; la règle de contrôle des prises (RCP) de hareng qui détermine le total autorisé des captures (TAC) à partir de l'estimation de l'état actuel du stock et d'un taux de récolte convenu (de la Mare 1998). L'efficacité d'une PG donnée peut être évaluée en fonction de mesures qui reflètent les objectifs définis pour la gestion des stocks, par exemple la probabilité d'atteindre le niveau de biomasse cible, la probabilité d'éviter les niveaux de biomasse limites, la moyenne des prises, la variabilité moyenne des prises et d'autres mesures du rendement. Un processus de détermination d'un ensemble convenu d'objectifs pour la pêche au hareng en C.-B. est en voie d'élaboration. Actuellement, le processus de consultation des Premières Nations et de l'industrie de la pêche au hareng a lieu à l'automne, après la formulation d'un avis dans la réponse des Sciences. Gestion des pêches tient compte de cette information au moment de fixer les TAC finaux.

Ainsi que décrit plus haut, un nouveau modèle statistique des prises selon l'âge a été introduit en 2011 (Martell *et al.* 2012), et utilisé par la suite pour l'évaluation des stocks en 2012, 2013, 2014 et 2015. En conjugaison avec la nouvelle plateforme statistique, Martell *et al.* (2012) ont apporté deux changements importants à la PG : l'estimation du paramètre de mise à l'échelle pour les relevés par plongée q_2 en utilisant des valeurs a priori, et l'établissement des seuils à des valeurs estimées annuellement de $0{,}25BSR_0$. À l'égard de tous les stocks sauf celui de la zone DPR, pour toutes les années d'évaluation, les nouveaux seuils du ME1 ont produit comme résultat l'autorisation de la pêche à de plus faibles niveaux de biomasse. Ce résultat est attribuable à deux causes : les nouveaux seuils estimatifs utilisés dans le ME1 étaient inférieurs aux seuils fixes établis en 1996, et les valeurs estimatives

médianes de q_2 dans le ME1 étaient inférieures à 1,0 pour toutes les zones de stock. Ce dernier changement a eu des effets positifs très importants sur la biomasse estimée. Dans certaines zones, les biomasses recommandées par le ME1 représentaient approximativement le double de celles produites par le ME2, ce qui a entraîné une augmentation de près du double du TAC recommandé produit par la règle de contrôle des prises (RCP), comparativement aux résultats du ME2, où la valeur de q_2 était fixée à 1,0 (Cleary and Taylor 2014, en prep[1]).

La RCP actuelle pour le hareng est basée sur une RCP qui a été appliquée pour la première fois en 1986 (Hall *et al.* 1988). La règle consiste en un seuil selon lequel un taux de récolte de 20 % est appliqué si la biomasse projetée du stock reproducteur est supérieure à un seuil prédéterminé de 25 % de la biomasse non exploitée du stock reproducteur, BSR_0, pour l'année de pêche suivante (c.-à-d. $0{,}25BSR_0$). La simulation-évaluation décrite dans Hall *et al.* (1988) est axée sur le stock de hareng du détroit de Georgie (DG). Hall *et al.* (1988) ont prédit que la probabilité que le stock de la zone DG tombe sous le seuil de $0{,}25BSR_0$ serait de moins de 0,05 à des taux de récolte inférieurs à 0,3. Il importe de noter que, même si les RCP appliquées dans le ME1 et le ME2 sont toutes les deux basées sur ces travaux, les seuils de $0{,}25BSR_0$ appliqués dans le ME2 sont fixés aux niveaux absolus de la biomasse estimés en 1996, tandis que le ME1 utilise la valeur estimative actuelle de $0{,}25BSR_0$ (voir MPO 2015a).

Les premières évaluations de cette RCP (Hall *et al.* 1988) étaient fondées sur des hypothèses de modélisation qui peuvent ne pas être réalistes actuellement pour le hareng de la C.-B. Les données recueillies récemment indiquent que le poids selon l'âge décline et, par conséquent, que l'hypothèse d'un taux de croissance constant au fil du temps n'est pas valide. De même, de récents résultats de modélisation portent à penser que la mortalité naturelle (M) varie également au fil du temps et peut avoir augmenté ces dernières années. Les évaluations des stocks de hareng de la C.-B. ont révélé d'importants changements sur le plan de la mortalité naturelle aussi bien que du poids selon l'âge pour les stocks HG, CC et COIV (MPO 2015a). Les variations temporelles du poids selon l'âge et les tendances accrues de la mortalité naturelle n'ont pas été prises en compte dans ces simulations initiales; en conséquence, il est peu probable que les analyses originales aient été adéquates pour évaluer pleinement la RCP.

Depuis la mise en œuvre de la RCP, plusieurs études de simulation en ont examiné l'efficacité dans des conditions de productivité variables. Les résultats indiquent que les stocks de hareng subiront des périodes de faible biomasse prolongée et de taux de rétablissement lent dans des conditions de survie réduite, de faible productivité et d'augmentation des taux de mortalité naturelle.

- Schweigert *et al.* (2007) ont présenté une méthode d'évaluation du risque visant à étudier le rendement de la RCP (taux de récolte de 20 %, seuils fixes) dans des scénarios de « M annuellement variable », de « M constante » et de « survie réduite » en fonction d'une série d'indicateurs de la biomasse et du rendement de la pêche. Ils ont déterminé que les stocks de hareng étaient résilients à des taux d'exploitation > 20 % dans le scénario de survie réduite (avec un critère de rendement inférieur à 50 % de déclin de la population).
- Cleary *et al.* (2010) ont utilisé un modèle opérationnel (MO) générique pour le hareng afin d'évaluer la RCP par simulation. Ce MO reposait sur les hypothèses d'une valeur de $q = 1$ pour les projections et d'un taux fixe de mortalité naturelle. Les résultats indiquent une efficacité médiocre de la RCP pour le rétablissement des stocks jusqu'à B_{RMS} avec une probabilité > 50 % (sur 30 ans) dans le scénario de faible productivité.

[1] Cleary, J.S. and Taylor, N.G. 2014. Status of B.C. Pacific Herring (*Clupea pallasii*) in 2014 and forecasts for 2015. Document de travail du SCCS 2014-15/PEL02 + PEL04. En prép.

Cox *et al.* (2015, in prep.[2]; MPO 2015b) ont étudié par simulation des approximations du ME1 et du ME2 pour évaluer les résultats potentiels concernant la productivité future et le risque en matière de conservation. Les résultats laissent penser que le ME1 produirait généralement une moyenne des prises plus élevée que le ME2, mais au prix d'une biomasse plus faible par rapport à la BSR_0, d'un risque plus élevé en matière de conservation et d'une variabilité accrue des prises. Les résultats indiquent que les stocks présentant des tendances futures de *M* à la baisse ou stables seraient plus résilients à la pêche que les stocks présentant des tendances futures de *M* à la hausse.

En plus des changements environnementaux, de nombreux éléments de la PG du hareng ont été modifiés avec le temps. Outre l'introduction du nouveau modèle d'évaluation des stocks (ME1) en 2011, les changements survenus comprennent les suivants :

- l'inclusion/exclusion des prises de la pêche des œufs sur varech (PRV);
- la nature des données de relevé du frai a changé en 1988, les relevés en surface ayant été remplacés par des relevés par plongée;
- l'indice du relevé a été traité tant comme un indice absolu que comme un indice relatif de la biomasse du hareng;
- l'inclusion/exclusion d'une méthodologie de catégorisation du recrutement (médiocre/moyen/bon : MPO 2015c; Kronlund *et al.* 2013, en prép.[3]) et le changement de la projection de la biomasse du stock;
- les seuils ont été modifiés (fixes par opposition à estimés).

La RCP du hareng a été appliquée aux cinq principales zones de stock en C.-B. Dans trois zones (HG, CC et COIV), les données de relevé et les résultats de l'évaluation des stocks indiquent que la RCP du hareng n'a pas affiché le rendement prévu selon les prévisions originales de Hall *et al.* (1988), peut-être en partie à cause de changements environnementaux imprévus (entraînant une diminution du poids selon l'âge et des changements survenus dans la mortalité naturelle, peut-être à la suite de changements de l'abondance des prédateurs) ou d'autres facteurs inconnus (dont la pêche). La RCP était conçue pour maintenir la biomasse du stock reproducteur au-dessus des seuils au moins 95 % du temps. Cependant, l'évaluation de 2016, la plus récente, estime : que le stock HG est tombé sous le seuil fixé de 1993 à 1995, de 1999 à 2012, en 2015 et en 2016; que le stock CC est tombé sous le seuil fixé de 2005 à 2014; que le stock COIV est tombé sous le seuil fixé en 2000 et de 2003 à 2016. Dans ces trois zones, les stocks ont été estimés sous le seuil bien plus souvent que 5 % du temps.

Compte tenu de ces préoccupations, il est nécessaire de procéder à une évaluation approfondie de toutes les PG pour tous les stocks de hareng de la C.-B. afin d'évaluer le rendement de diverses PG dans des conditions futures potentielles. Des essais de simulation dans un cadre d'Évaluation des stratégies de gestion (Butterworth 2007) sont recommandés pour les stocks de hareng de la C.-B. (MPO 2015c). Le GTTH reconnaît les efforts soutenus que le MPO déploie pour faire progresser le processus d'Évaluation des stratégies de gestion pour le hareng du Pacifique (qui a débuté en 2015), aux fins de l'établissement d'objectifs de gestion et de l'utilisation d'essais de simulation en vue de cerner des stratégies de récolte aptes à faire face aux conditions environnementales changeantes.

[2] Cox, S.P., Benson, A.J., Cleary, J.S., and Taylor, N.G. 2015. Candidate limit reference points as a basis for choosing among alternate harvest control rules for Pacific Herring (*Clupea pallasii*) in British Columbia. Document de travail du SCCS 2013PEL01. En prép.

[3] Kronlund, A.R., Boldt, J., Taylor, N.G., and Cleary, J.S. 2013. Review of Recruitment Forecasting Methodologies for British Columbia Herring Stocks. Document de travail du SCCS. 2013P46. En prép.

En gros, la présente réponse des Sciences formule un avis fondé sur l'évaluation des stocks de hareng du Pacifique à partir des PG ME1 (Martell *et al.* 2012) et ME2 (Cleary et Schweigert 2011), et inclut un tableau, élaboré par le GTTH, décrivant les caractéristiques des PG ME1 et ME2 (tableau A.1). Cette information vise à soutenir la prise de décisions à court terme pendant que le processus d'Évaluation des stratégies de gestion (ESG) se poursuit.

Il importe de noter que, pour plusieurs raisons, le ME2 est présenté comme une approximation de la procédure de gestion historique (Cleary et Schweigert 2011). L'une des raisons est que dans le passé, la gestion du hareng a été basée sur des approches de prévision du recrutement qui se sont révélées invalides. De plus, comme il est indiqué plus haut, plusieurs modifications ont été apportées au modèle d'évaluation. Enfin, l'application de la RCP en ce qui concerne les prises autorisées et les prises réalisées n'a pas été constante au fil des ans : les TAC étaient souvent inférieurs aux niveaux indiqués par la PG. Il est donc impossible de reproduire exactement ce qui s'est produit par le passé.

Analyse et réponse

Modélisation de l'évaluation des stocks pour 2016

Le modèle statistique intégré des prises selon l'âge (Martell *et al.* 2012) est la plateforme statistique utilisée pour estimer la biomasse du stock reproducteur de hareng aux fins de la formulation des avis scientifiques depuis 2011. Ce modèle fondé sur les prises des deux sexes selon l'âge, paramétré de deux façons (ME1 et ME2), a été appliqué de manière indépendante à chaque zone de stock et ajusté aux données sur les indices du frai indépendants des pêches, aux estimations annuelles des prises commerciales depuis 1951 et aux données sur la structure selon l'âge dérivées des pêches commerciales et des pêches d'essai par navire affrété. Les principaux résultats des évaluations des stocks de hareng du Pacifique dans les cinq zones principales et les deux zones secondaires du stock se reflètent notamment dans la restauration des stocks, l'état du stock reproducteur en 2016 et la biomasse projetée du stock reproducteur en 2017.

Les paramètres estimés par le ME1 et le ME2 comprennent les paramètres stock-recrutement (le recrutement est modélisé comme étant des poissons d'âge 2), les taux de mortalité naturelle de chaque année (1951-2016), les paramètres de mise à l'échelle des séries chronologiques de relevés en surface (q_1, 1951-1987) et de relevés par plongée (q_2, 1988-2016), ainsi que les paramètres de sélection selon l'âge pour les pêches commerciales et d'essai, lorsqu'ils étaient disponibles. Les résultats des modèles et l'avis qui en découle sont présentés en fonction des hypothèses des procédures de gestion historique et actuelle. Comme cela a été mentionné précédemment, le ME1 est un modèle d'évaluation des stocks où les paramètres de mise à l'échelle des relevés du frai q_1 et q_2 sont estimés par une distribution de probabilités bayésienne a priori (Martell *et al.* 2012), et où des seuils variables en fonction du temps sont utilisés dans la RCP (basés sur l'estimation la plus récente de $0{,}25BSR_0$ effectuée par le modèle), tandis que le ME2 part de l'hypothèse de $q_2 = 1{,}0$ (pour les relevés par plongée) et intègre des seuils fixes (HG : 10 700 t; DPR : 12 100 t; CC : 17 600 t; DG : 21 200 t; COIV : 18 800 t).

L'incertitude pour chaque modèle d'évaluation est représentée dans les estimations des paramètres et les projections au moyen de distributions a posteriori de Bayes qui intègrent les hypothèses et les connaissances a priori (p. ex., q des relevés du frai et mortalité naturelle) avec les fonctions de vraisemblance déduites à partir des données d'évaluation. Les distributions a posteriori du modèle sont approximées au moyen de 5 000 échantillons aléatoires formant les probabilités a posteriori selon la méthode de Monte-Carlo par chaînes de

Markov (MCCM). Ces échantillons ont servi à développer des présentations graphiques, à réaliser des calculs des probabilités et à obtenir des intervalles de crédibilité de 5-95 % pour les paramètres et les projections. Des projections, à partir d'une fourchette de niveaux de prises constants, sont effectuées pour chaque échantillon a posteriori afin de créer une distribution de taux de récolte et de niveaux de biomasse prédits. Ces valeurs sont résumées dans les tables de décision sous forme de probabilités que la biomasse du stock reproducteur tombe sous le seuil et que les taux de récolte excèdent définies dans les RCP pour le hareng. Les tables de décision, combinées au tableau A.1, visent à soutenir la prise de décisions à court terme par Gestion des pêches et ne comprennent pas tous les éléments indispensables à une gestion durable à long terme de la pêche au hareng (c.-à-d. points de référence, objectifs et RCP propres aux stocks).

Les résultats présentés ici décrivent les tendances des prises, du poids selon l'âge, de la biomasse du stock reproducteur et de la mortalité naturelle à l'échelle de la côte pour les cinq principaux stocks de hareng de la C.-B. Les résumés propres à chaque stock pour l'estimation de la biomasse (actuelle) du stock reproducteur, BSR_{2016}, l'estimation de la biomasse d'équilibre non exploitée du stock reproducteur (BSR_0, calculée à l'aide des valeurs moyennes à long terme du taux de mortalité naturelle et du poids selon l'âge), l'estimation des ratios BSR_{2016}/BSR_0, les tendances du recrutement des poissons d'âge 2 et les taux de mortalité naturelle instantanée sont présentés ensuite. Il est à noter que les valeurs BSR_t, BSR_0 et $0{,}25BSR_0$ représentent respectivement les estimations du modèle d'évaluation pour la biomasse du stock reproducteur, la biomasse du stock reproducteur non exploitée et les seuils pour les stocks de hareng de la C.-B. étudiés. Tous les résultats sont présentés pour les deux PG : ME1 et ME2. Des mises à jour sont aussi fournies pour les deux stocks secondaires : zone 2W et zone 27. Des extrants supplémentaires sont également inclus pour la CC; ils découlent de discussions tenues en 2015 par les membres de l'équipe technique du MPO et de la Première Nation Heiltsuk.

Données d'entrée

À l'heure actuelle, en Colombie-Britannique, il est possible de pratiquer : la pêche commerciale au hareng du Pacifique pour le marché des appâts et les produits de la récolte d'œufs sur varech et de harengs rogués, ainsi que pour des usages spéciaux; la pêche autochtone à des fins alimentaires, sociales et rituelles (ASR); la pêche récréative. Le tableau 1 présente les prélèvements combinés enregistrés de 2009 à 2016 pour les pêches au hareng rogué ainsi que les pêches pratiquées à des fins de subsistance, pour le marché des appâts et pour des usages spéciaux ayant lieu dans les cinq zones principales et les deux zones secondaires d'évaluation des stocks de hareng de la Colombie-Britannique.

On combine les échantillons biologiques recueillis dans le cadre de la pêche du hareng rogué à la senne et du programme de pêche expérimentale par navire affrété pour calculer le poids moyen selon l'âge dans chaque zone de stock. Dans toutes les principales zones de stock, le poids moyen selon l'âge a connu une tendance à la baisse chez les poissons d'âge 3 et plus vers la fin des années 1980, atteignant les valeurs les plus faibles de la série chronologique entre 2009 et 2011 (figure 1). Cette tendance se maintient pour tous les poissons d'âges 3 à 8. Chez les poissons d'âges 9 et 10, la tendance des récentes hausses du poids moyen selon l'âge ne s'est pas maintenue parmi tous les âges et toutes les zones, mais il convient de noter que les échantillons ayant servi au calcul du poids moyen selon l'âge pour ces classes d'âge plus vieilles étaient de petite taille. Depuis 2011, le poids moyen selon l'âge observé chez les poissons d'âges 3 à 8 pour toutes les principales zones de stock est stable ou augmente, bien qu'il y ait quelques exceptions d'année en année (p. ex., un déclin du poids moyen à l'âge 3 du hareng de la zone DG en 2015 par rapport à 2014). Des échantillons biologiques ont aussi été

utilisés pour calculer des proportions selon l'âge pour chaque stock, pour estimer la sélectivité de la pêche, et pour documenter l'estimation du recrutement et des taux de mortalité naturelle. Les proportions selon l'âge observées en 2016 sont consignées dans les sections propres aux stocks, plus loin.

Tableau 1. Combinaison des prélèvements commerciaux (en tonnes) dans le cadre des pêches au hareng rogué, pratiquées à des fins de subsistance, pour le marché des appâts et pour des usages spéciaux dans les zones d'évaluation des stocks de hareng en C.-B. de 2009 à 2016. Les récoltes d'œufs sur varech, les pêches ASR et les pêches récréatives ne sont pas incluses dans ce tableau.

Zone de stock	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Haida Gwaii	0	0	0	0	0	0	0	0
District de Prince Rupert	2 000	1 484	2 147	1 383	2 027	2 003	2 163	2 425
Côte centrale	0	0	0	0	0	687	626	213
Détroit de Georgie	10 170	8 324	5 128	11 339	16 566	20 307	19 969	21 310
Côte ouest de l'île de Vancouver	0	0	0	0	0	0	0	0
Zone 2W	0	0	0	0	0	0	0	0
Zone 27	0	0	0	0	0	0	0	0

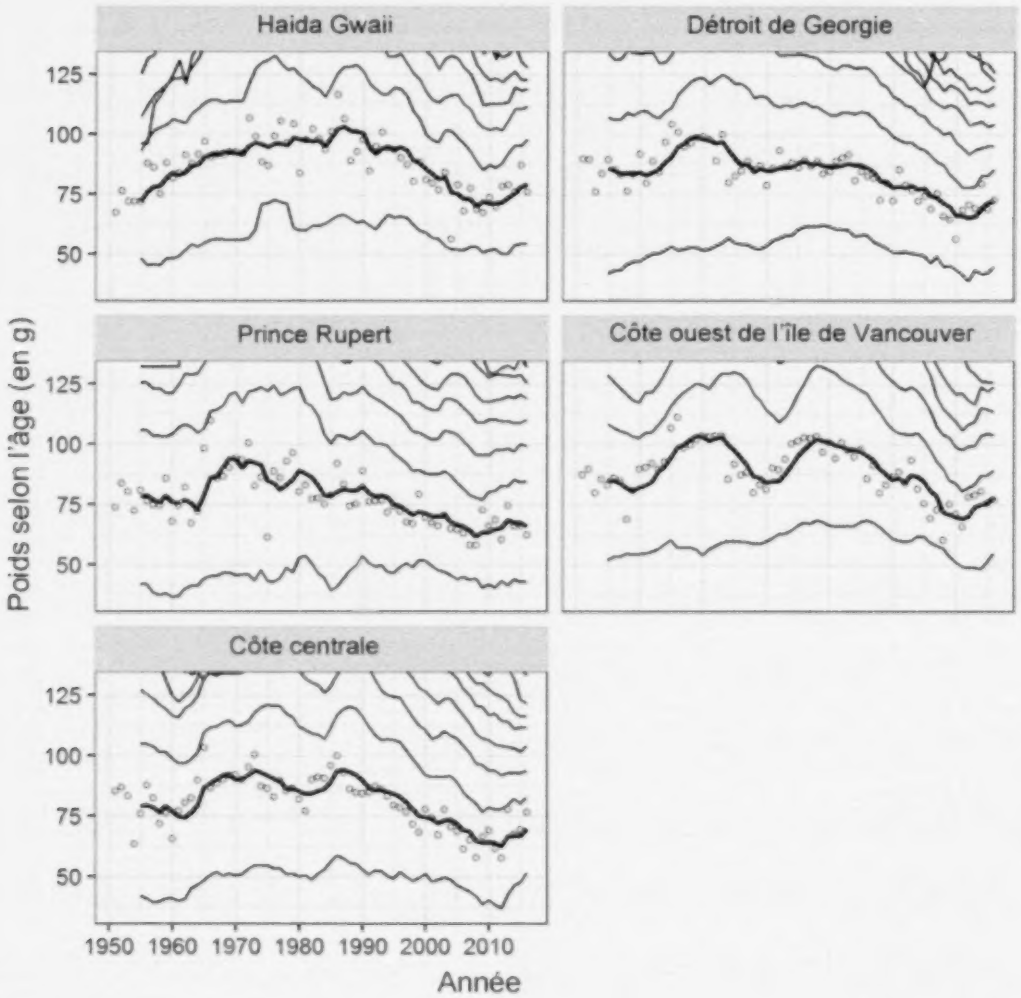

Figure 1. Séries chronologiques du poids moyen selon l'âge observé chez les poissons d'âge 3 (cercles) et moyenne mobile sur cinq ans du poids moyen des poissons d'âge 3 (ligne noire en gras) pour les principales zones de stock. Les lignes noires qui ne sont pas en gras représentent le poids moyen sur cinq ans des poissons d'âge 2 (la ligne la plus basse) et des âges 4 à 10 (lignes progressivement plus élevées au-dessus de la ligne de l'âge 3).

Tendances à l'échelle de la côte concernant les prises, la biomasse du stock reproducteur et la mortalité naturelle

Comparativement à la période de pêche minotière (1951-1965), les prises ont été beaucoup plus faibles durant les périodes ultérieures. À plusieurs reprises entre 1951 et 1965, les prises à l'échelle de la côte avaient dépassé 150 kt, avec un maximum de 220 kt en 1956 (figure 2). Après la fermeture de la pêche à la fin des années 1960, les prises à l'échelle de la côte au début des années 1970 ont augmenté, passant de 8,9 kt à un sommet de 82 kt en 1976. Dans les années 1980, les prises étaient comprises entre 16 kt et 41 kt; au cours des années 1990, elles se situaient entre 22 kt et 40 kt. Les prises à l'échelle de la côte ont affiché un déclin général entre 2005 et 2011, passant de 31 kt à 7,3 kt.

Comme dans le cas des prises, les estimations de la biomasse du stock reproducteur à l'échelle de la côte ont varié considérablement depuis 1950 (figure 3). Après la période de pêche minotière, la biomasse estimée sur l'ensemble de la côte a été à son plus faible au milieu des années 1960. Cette biomasse estimée a atteint son sommet vers la fin des années 1970. Une seconde période de très faible biomasse a été observée entre 2000 et 2010. Il importe de souligner que les prises de la pêche minotière comprenaient une forte proportion de poissons immatures, qui ne sont pas reflétés dans la biomasse du stock reproducteur présentée à la figure 3. Bien que les tendances de la biomasse estimée pour l'ensemble de la côte soient similaires selon le ME1 et le ME2, chaque modèle d'évaluation génère des estimations absolues de la biomasse très différentes à l'échelle de la côte (figure 3). Les modèles ME1 et ME2 montrent tous deux qu'avant 1990, la biomasse du hareng sur l'ensemble de la côte était répartie plus uniformément entre les principales zones de stock (figures 3 et 4). Durant les périodes précédentes, on estime que d'importantes proportions de la biomasse du stock reproducteur de l'ensemble de la côte se trouvaient dans la zone COIV, par exemple au milieu des années 1970, et dans les zones combinées COIV, DPR et CC au milieu des années 1980 (figure 4). Depuis 1985, la proportion représentée par la zone DG dans la biomasse totale du stock reproducteur a connu une hausse progressive, et les deux modèles estiment que plus de 50 % de la biomasse du stock reproducteur de toute la côte s'y trouve à présent (figure 4). En général, le ME2 estime des valeurs de biomasse du stock reproducteur plus faibles que celles du ME1 : les estimations de la biomasse médiane par le ME2 entre 2007 et 2016 étaient de 51 %, 8 %, 38 %, 43 % et 50 % inférieures à celles du ME1 dans les principales zones de stock, soit respectivement HG, DPR, CC, DG et COIV. Les estimations de la biomasse du stock reproducteur (*BSR*) entre 2012 et 2016 (pour les modèles ME1 et ME2) sont présentées au tableau 2; les estimations de la BSR_{2016}, de la biomasse d'équilibre non exploitée du stock reproducteur (BSR_0, basée sur les taux moyens à long terme du poids selon l'âge et de la mortalité), de 0,25BSR_0, ainsi que du rapport BSR_{2016}/BSR_0 pour tous les stocks de hareng de la C.-B. sont présentées au tableau 3. En lien avec les fermetures de pêches et les changements apparents dans la distribution relative de la biomasse du stock reproducteur à l'échelle de la côte, la proportion des prises sur toute la côte que représente le stock DG a progressivement augmenté, passant de 22 % en 1990 à plus de 80 % en 2016 (figure 4, en haut).

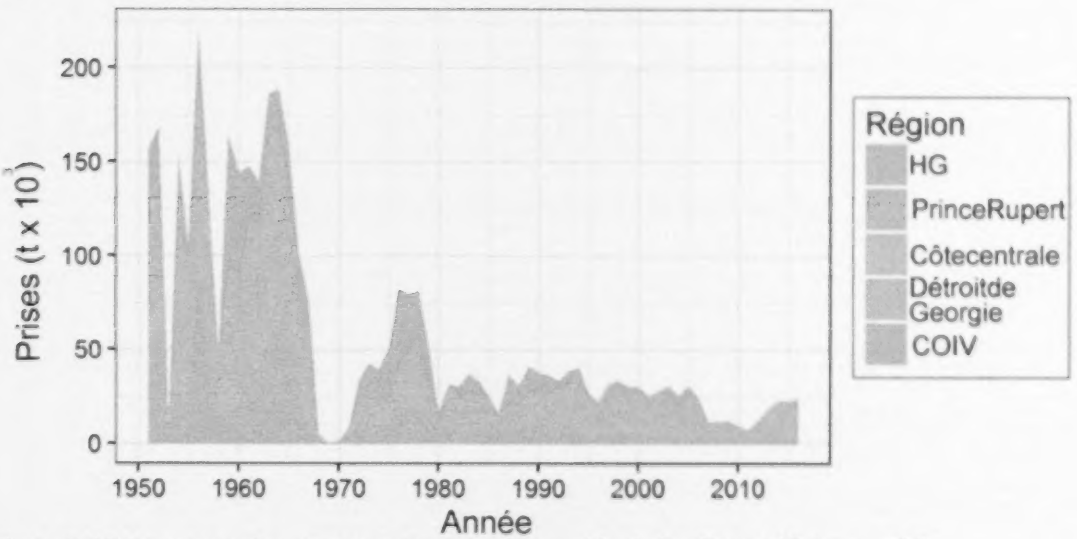

Figure 2. Histogramme des prises par zone sur l'ensemble de la côte, en kilotonnes (kt).

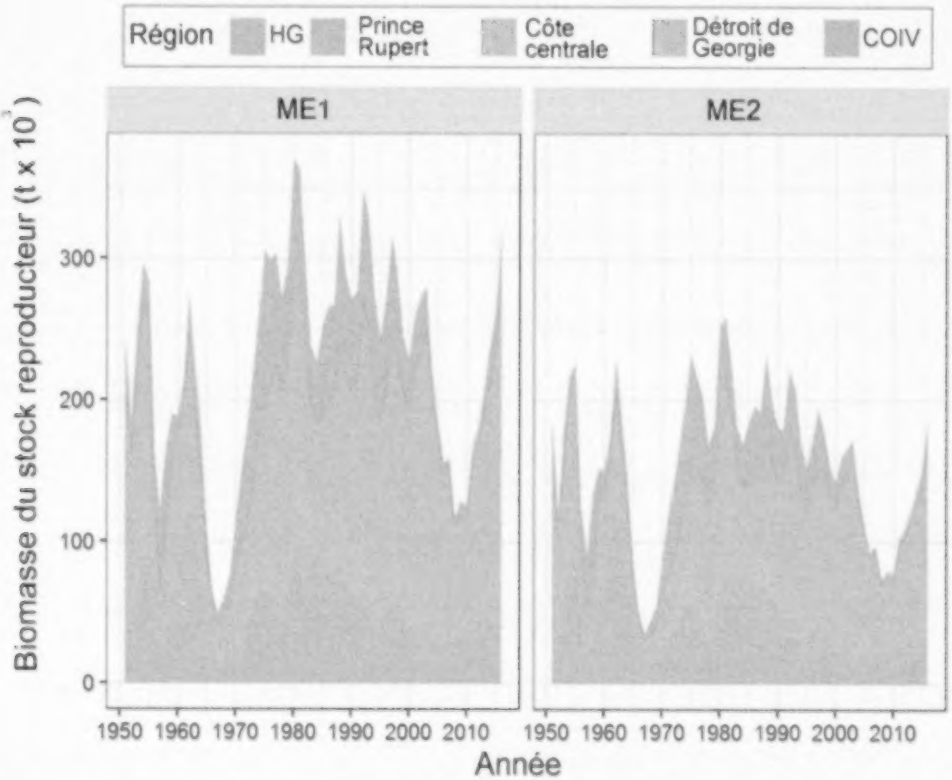

Figure 3. Histogramme des estimations de la biomasse par zone sur l'ensemble de la côte selon le ME1 (modèle avec q_2 estimé et seuils estimés) et le ME2 (modèle avec q_2 fixe à 1,0 pour les relevés par plongée et seuils fixes).

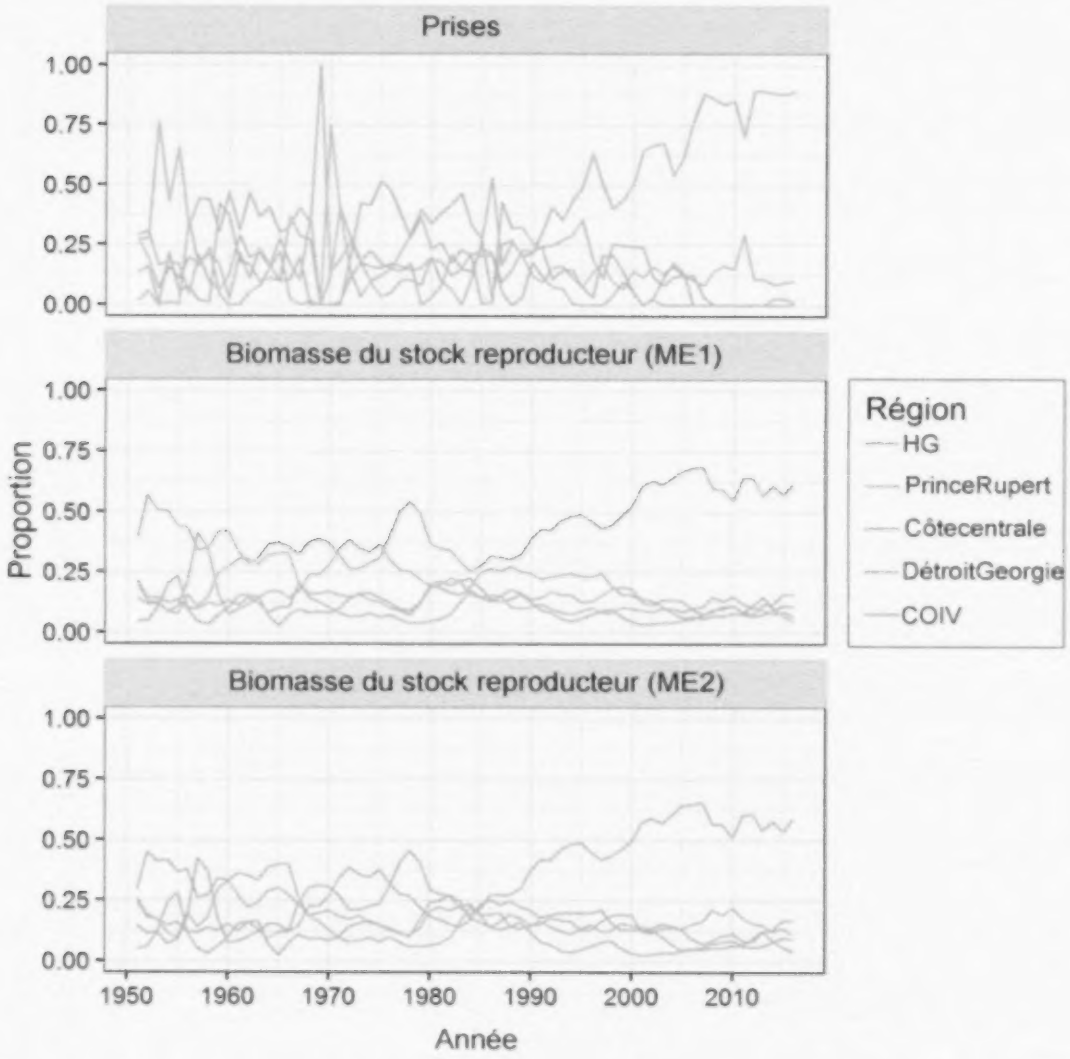

Figure 4. Proportion des prises totales représentée par zone (en haut) et proportion de la biomasse estimative totale du stock reproducteur représentée par zone selon les modèles d'évaluation ME1 (au milieu) et ME2 (en bas).

Les deux modèles ME1 et ME2 estiment des changements dans le taux de mortalité naturelle (*M*) avec le temps. Même s'il y a quelques différences entre les estimations de *M* par le ME1 et le ME2, les tendances se ressemblent, la mortalité naturelle médiane estimée ayant varié dans chaque principale zone de stock au cours des 15 dernières années (figure 5). Dans toutes les zones, la valeur estimée de *M* a augmenté pendant plusieurs années après 1970, c'est-à-dire après la fin de la période de pêche minotière (figure 5). La valeur médiane estimative de *M* diminue dans les zones CC et DG entre 2008 et 2016, et la biomasse estimative du stock reproducteur augmente simultanément dans ces zones (voir les données ventilées par zone de stock). Dans la zone DPR, la valeur médiane estimative de *M* oscille le long d'une trajectoire à la hausse entre 1980 et 2016 (figure 5). Dans les zones HG et COIV, la valeur médiane

estimative de *M* augmente, passant des valeurs les plus faibles à la fin des années 1950 et au début des années 1960 aux valeurs les plus élevées en 2002 (HG) et en 2007 (COIV). Pour tous les stocks (selon les deux modèles ME1 et ME2), l'incertitude entourant les estimations de *M* est très élevée ces dernières années, comme le démontrent les intervalles de crédibilité à 90 % pour les stocks individuels (voir les données ventilées par zone de stock).

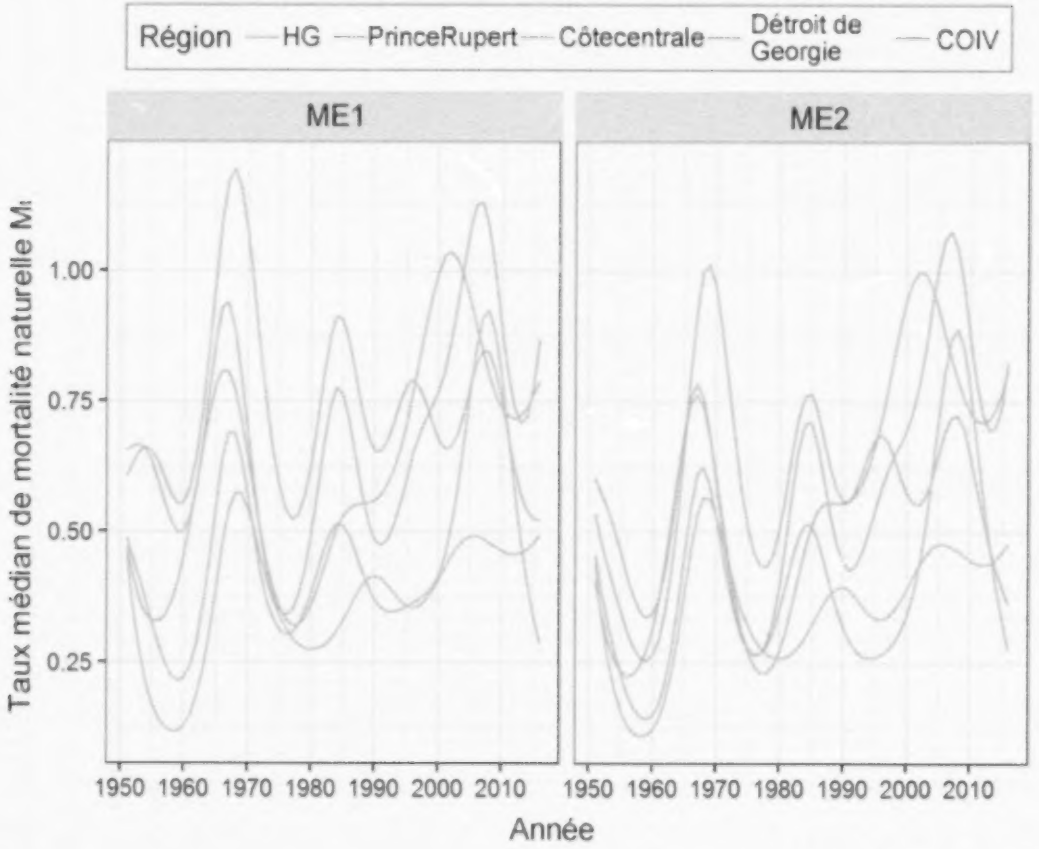

Figure 5. Séries chronologiques des estimations médianes a posteriori du taux de mortalité naturelle pour les principales zones de stock, selon les modèles ME1 et ME2.

Tableau 2. Estimations médianes (avec un intervalle de crédibilité de 5-95 %) de la biomasse du stock reproducteur (BSR_t) pour les stocks de hareng de la C.-B., de 2012 à 2016. La BSR_t est exprimée en tonnes métriques.

Stock	ME	2012	2013	2014	2015	2016
HG	ME1	20 789 (13 930 – 31 513)	30 544 (20 223 – 47 704)	23 358 (15 373 – 36 678)	18 534 (11 605 – 29 951)	16 405 (8 489 – 29 458)
	ME2	10 167 (7 713 – 13 432)	15 007 (11 173 – 20 333)	11 532 (8 552 – 15 615)	8 978 (6 374 – 12 746)	7 715 (4 179 – 13 582)
DPR	ME1	18 718 (13 131 – 27 762)	19 539 (13 606 – 28 551)	18 542 (12 848 – 27 002)	22 799 (14 885 – 34 641)	22 289 (12 772 – 38 721)
	ME2	17 227 (13 972 – 21 416)	17 995 (14 628 – 22 541)	17 163 (13 645 – 21 682)	21 043 (15 628 – 28 559)	20 747 (12 440 – 34 016)
CC	ME1	13 894 (9 905 – 19 707)	23 736 (16 883 – 33 890)	28 693 (20 063 – 41 118)	42 320 (28 419 – 62 280)	51 437 (31 657 – 80 856)
	ME2	8 746 (7 038 – 10 790)	14 802 (12 035 – 18 577)	17 587 (14 154 – 21 899)	25 708 (19 699 – 33 583)	31 536 (21 424 – 45 148)
CC (06, 07, 08)	ME1	13 047 (9 252 – 18 509)	22 084 (15 533 – 31 452)	26 269 (18 010 – 37 703)	39 584 (25 932 – 59 602)	49 635 (29 959 – 80 726)
CC (06, 07)	ME2	8 067 (6 517 – 9 982)	13 526 (10 963 – 16 764)	15 815 (12 614 – 19 848)	23 550 (17 766 – 31 165)	30 042 (20 011 – 43 263)
DG	ME1	115 905 (84 506 – 160 779)	116 829 (83 051 – 164 359)	144 023 (99 495 – 204 799)	149 746 (101 634 – 221 918)	199 604 (124 805 – 331 469)
	ME2	66 472 (57 330 – 79 600)	65 351 (55 008 – 78 269)	78 473 (64 049 – 95 4[illegible]	81 198 (63 199 – 102 447)	111 677 (75 882 – 160 999)
COIV	ME1	12 540 (8 295 – 18 430)	15 647 (10 242 – 23 232)	22 136 (14 312 – 33 552)	29 563 (19 092 – 45 678)	35 125 (19 170 – 62 646)
	ME2	6 287 (4 899 – 8 067)	7 749 (5 929 – 10 015)	10 993 (8 292 – 14 422)	14 743 (10 837 – 19 776)	17 862 (10 570 – 29 158)
Zone 2W	ME1	4 013 (2 341 – 6 881)	4 237 (2 430 – 7 385)	4 151 (2 251 – 7 548)	4 882 (2 398 – 9 667)	4 468 (1 783 – 10 057)
	ME2	1 777 (1 205 – 2 492)	1 874 (1 224 – 2 743)	1 838 (1 132 – 2 901)	2 165 (1 153 – 3 830)	2 004 (828 – 4 069)
Zone 27	ME1	1 186 (730 – 1 933)	1 319 (802 – 2 194)	1 295 (810 – 2 160)	1 550 (931 – 2 701)	1 732 (884 – 3 263)
	ME2	1 011 (737 – 1 395)	1 145 (790 – 1 611)	1 123 (796 – 1 589)	1 335 (899 – 1 987)	1 497 (833 – 2 498)

Tableau 3. Estimations médianes (avec un intervalle de crédibilité de 5-95 %) de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}), de la biomasse d'équilibre non exploitée du stock reproducteur (BSR_0), de 0,25BSR_0, et du rapport BSR_{2016}/BSR_0 pour tous les stocks de hareng de la C.-B. La BSR_0 reflète les taux moyens à long terme de mortalité naturelle et de poids selon l'âge.

		Biomasse du stock reproducteur (BSR_{2016})			Biomasse non exploitée (BSR_0)			0,25*BSR_0			Rapport médian entre la biomasse du stock reproducteur et la biomasse d'équilibre non exploitée du stock reproducteur (BSR_{2016}/BSR_0)		
Stock	ME	5e centile	Médiane	95e centile	5e centile	Médiane	95e centile	5e centile	Médiane	95e centile	5e centile	Médiane	95e centile
HG	ME1	8 489	16 405	29 458	28 582	39 427	56 947	7 146	9 857	14 237	0,22	0,41	0,71
	ME2	4 179	7 715	13 582	19 881	25 451	34 281	4 970	6 363	8 570	0,16	0,30	0,54
DPR	ME1	12 772	22 289	38 721	45 678	58 276	84 171	11 420	14 569	21 043	0,20	0,38	0,68
	ME2	12 440	20 747	34 016	45 321	57 702	84 705	11 330	14 425	21 176	0,20	0,35	0,59
CC	ME1	31 657	51 437	80 856	47 782	59 599	75 743	11 946	14 900	18 936	0,54	0,86	1,32
	ME2	21 424	31 536	45 148	43 592	54 298	70 461	10 898	13 574	17 615	0,37	0,57	0,85
CC (06, 07, 08)	ME1	29 959	49 635	80 726	44 581	55 504	71 321	11 145	13 876	17 830	0,54	0,89	1,41
CC (06, 07)	ME2	20 011	30 042	43 263	39 993	50 305	65 415	9 998	12 576	16 354	0,38	0,59	0,89
DG	ME1	124 805	199 604	331 469	117 993	145 962	185 855	29 498	36 491	46 464	0,91	1,37	2,12
	ME2	75 882	111 677	160 999	98 825	115 870	141 994	24 706	28 968	35 499	0,62	0,96	1,40
COIV	ME1	19 170	35 125	62 646	44 973	56 047	71 365	11 243	14 012	17 841	0,36	0,62	1,05
	ME2	10 570	17 862	29 158	36 263	43 839	55 255	9 066	10 960	13 814	0,23	0,41	0,67
Zone 2W	ME1	1 783	4 468	10 057	2 123	3 413	6 067	531	853	1 517	0,54	1,30	2,69
	ME2	828	2 004	4 069	1 390	2 185	3 924	348	546	981	0,37	0,88	1,83
Zone 27	ME1	884	1 732	3 263	1 477	2 147	3 284	369	537	821	0,44	0,79	1,41
	ME2	833	1 497	2 498	1 388	1 755	2 339	347	439	585	0,47	0,84	1,43

Tableau 4. Estimations de la biomasse projetée du stock reproducteur avant la récolte en 2017, en supposant qu'il n'y ait aucune pêche, et proportions prévues de poissons d'âge 3 et d'âges 4 à 10 pour l'ensemble des stocks de hareng de la C.-B. Les proportions projetées de poissons d'âge 3 et d'âges 4 à 10 sont presque identiques dans le ME1 et le ME2; par conséquent, une seule série de valeurs est incluse.

		Biomasse projetée du stock reproducteur avant la récolte (BSR_{2017})			Proportion projetée de poissons d'âge 3 en 2017			Proportion projetée de poissons d'âges 4 à 10 en 2017		
Stock	PG	5e centile	Médiane	95e centile	5e centile	Médiane	95e centile	5e centile	Médiane	95e centile
HG	ME1	9 775	20 700	40 781	0,31	0,51	0,66	0,21	0,35	0,48
	ME2	4 930	9 784	19 620						
DPR	ME1	12 499	23 080	41 902	0,06	0,17	0,36	0,54	0,74	0,87
	ME2	12 030	21 790	38 161						
CC (06, 07, 08)	ME1	27 998	47 855	78 300	0,21	0,30	0,39	0,53	0,64	0,73
	ME2	19 140	29 600	45 260						
	Indice du frai	–	32 721	–	–	–	–	–	–	–
CC (06, 07)	ME1	27 010	46 535	79 714	0,21	0,30	0,39	0,53	0,64	0,72
	AM2	18 230	28 690	44 383						
	Indice du frai	–	30 803	–	–	–	–	–	–	–
DG	ME1	158 700	264 900	460 505	0,44	0,53	0,60	0,33	0,41	0,48
	ME2	102 800	158 100	245 510						
COIV	ME1	17 530	33 580	63 251	0,20	0,30	0,40	0,41	0,54	0,65
	ME2	9 837	17 800	30 741						
Zone 2W	ME1	1 530	4 375	10 790	0,02	0,05	0,10	0,83	0,93	0,96
	ME2	698	1 973	4 466						
Zone 27	ME1	884	1 873	3 805	0,09	0,22	0,48	0,43	0,68	0,85
	ME2	823	1 617	2 983						

Résultats des projections et tables de décision

Les biomasses projetées du stock reproducteur avant la récolte (c.-à-d. avant toute récolte en 2017), de même que la contribution relative des poissons d'âge 3 et d'âges 4 à 10 sont présentées au tableau 4. L'avis aux gestionnaires pour chaque zone de stock en 2017 est présenté dans les sections propres à chaque stock sous forme de deux ensembles de tables de décision, une pour chaque modèle d'évaluation (ME1 et ME2). Les tableaux du ME1 présentent les probabilités que la biomasse projetée du stock reproducteur avant la récolte en 2017 (BSR_{2017}) tombe sous le niveau actuellement estimé de $0{,}25BSR_0$, et que le taux de récolte dépasse les taux cibles de 20 % et de 10 % pour un éventail de niveaux de prises constants pour 2017. Les tableaux du ME2 présentent les probabilités que la biomasse projetée du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) tombe sous les seuils fixes utilisés pour chaque stock par le passé ($0{,}25BSR_0$, seuils établis aux valeurs de 1996; Schweigert *et al.* 1997), et que le taux de récolte dépasse les taux cibles de 20 % et de 10 % pour un éventail de niveaux de prises constants.

Voici un exemple de la façon d'interpréter les tableaux pour les cinq principales zones de stock (HG, DPR, CC, DG, COIV) :

> Selon le ME1 (tableau 5, colonne de gauche, 7e ligne), si l'on suppose pour 2017 des prises de 2 120 t dans la zone HG, la probabilité estimative que le taux de récolte (U') dépasse le taux cible de 20 % est de 0,05 (5,0 %), le rapport $BSR_{2017}/0{,}25BSR_0$ est de 1,96, et la probabilité que la $BSR_{2017} < 0{,}25BSR_0$ est estimée à 0,07 (7,0 %). En fonction des hypothèses du ME2 (tableau 5, à droite), pour les mêmes prises de 2 120 t dans la zone HG, la probabilité estimée que le taux de récolte (U') excède le taux cible de 20 % est de 0,50 (50 %), et la probabilité que la BSR_{2017} < le seuil fixe (10 700 t) est estimée à 0,69 (69 %).

Haida Gwaii

Données de relevé

En 2016, des échantillons biologiques ont été prélevés par un navire affrété de pêche d'essai à la senne, financé par le MPO. L'objectif fondamental de ce navire était de recueillir des échantillons biologiques des principales concentrations de hareng du stock principal (prioritaire) de Haida Gwaii (HG) et du stock secondaire de la zone 2W, repérées par sondage. Du 10 mars au 3 avril, le navire a recueilli des échantillons dans les zones HG et 2W. Le navire de reconnaissance du frai a été exploité du 30 mars au 17 avril, et le navire de plongée affrété l'a été du 31 mars au 18 avril. Au total, cinq échantillons biologiques ont été prélevés dans la zone de stock principale HG (environ 100 poissons par échantillon).

Le Haida Fisheries Program a mené les relevés du frai de hareng par plongée dans la zone HG du 3 au 22 avril à bord du *Haida Spirit*. En plus des programmes de pêche d'essai par navire affrété et de collecte de données sur le frai, plusieurs observations générales ont été faites durant les activités de collecte de données et à l'échelon local.

Observations des membres des Premières Nations de Haida Gwaii

La durée et l'emplacement du frai de hareng dans la zone de stock principale HG au cours des deux dernières années ont été inhabituels par rapport aux années précédentes. En 2016, la majeure partie du frai de la zone de Skincuttle et Juan Perez a eu lieu sur une période relativement courte, du 26 mars au 10 avril. L'activité de frai la plus hâtive a eu lieu à Louscoone à la mi-mars, et la plus tardive a été observée le 15 avril à Selwyn. Une certaine activité de frai a été observée dans la baie Carpenter. Le frai repéré et étudié couvrait un total de 30,3 km de substrat. L'équipe de relevé par plongée et les gestionnaires locaux ont tous

signalé qu'il n'y avait guère eu d'activité des baleines, des lions de mer et des oiseaux après le frai. Les plongeurs ont constaté que des champignons recouvraient le frai dans le bras Poole et la baie Harriet Harbour. En général, la récolte traditionnelle haida d'œufs sur varech dans la zone de stock principale a été très faible, voire nulle. Comme en 2015, des températures de l'eau plus chaudes que la normale ont été observées dans l'ensemble de la zone, ce qui a pu contribuer à abréger la période de frai.

Biomasse : estimations, tendances et prévisions

La série chronologique des données de relevé du frai (indice du relevé) pour le stock principal HG a décliné, passant de 13 860 t en 2001 à 2 286 t en 2002, après quoi l'indice a fluctué entre 3 614 t et 9 794 t (moyenne : 6 429 t) entre 2003 et 2011. L'indice du relevé est demeuré supérieur à 10 500 t de 2012 à 2015 (atteignant son sommet en 2013), puis a chuté de 13 102 t en 2015 à 6 888 t en 2016 (figures 6a et 7a, tableau A.1). Le modèle est ajusté aux données de relevé du frai, avec une variance résiduelle de moins de 0,5 pour toute la période 2002-2016 (non illustrée). Les deux modèles estiment une faible biomasse relative entre 2000 et 2011, avec une augmentation de la biomasse en 2012 et 2013, suivie par une diminution entre 2014 et 2016 (figures 6d et 7d, tableau 2).

Le ME1 estime la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 16 405 t et la BSR_{2016} à 41 % (médiane) du niveau non exploité, BSR_0 (tableaux 2 et 3). Le ME2 estime la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 7 715 t et à 30 % de la BSR_0. Les tendances des estimations de la biomasse par le ME2 sont similaires à celles du ME1, mais les estimations du ME2 de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) et de l'état du stock relativement à la BSR_0 sont plus faibles que les estimations du ME1 (tableaux 2 et 3). Les estimations plus élevées de la biomasse du stock reproducteur et de l'état du stock par rapport à la BSR_0 produites par le ME1 sont largement attribuables à la mise à l'échelle de la biomasse par l'estimation de q. Les estimations médianes de q_1 et q_2 par le ME1 sont respectivement de 0,32 et 0,52. Dans le ME2, les estimations médianes de q_1 et q_2 sont de 0,39 et 1,0 (tableau A.3). Les estimations du ME1 pour q_2 s'approchent de la valeur a priori de q_2 de ~ 0,5.

Le ME1 et le ME2 projettent tous deux une augmentation de la biomasse médiane du stock reproducteur en 2017 par rapport à 2016, à la suite des diminutions estimées entre 2013 et 2016. En l'absence de pêche, le ME1 et le ME2 projettent pour 2017 une biomasse médiane du stock reproducteur de 20 700 t et de 9 784 t, respectivement, consistant en 51 % (médiane) de poissons d'âge 3 et 35 % (médiane) de poissons d'âges 4 et plus (tableau 4). Les proportions projetées de poissons d'âge 3 et de poissons d'âges 4 et plus sont presque identiques dans les deux modèles. Les facteurs qui contribuent à l'augmentation de la biomasse en 2017 projetée par les deux modèles sont un recrutement supérieur à la moyenne de poissons d'âge 2 en 2016 et la vigueur de la classe d'âge de 2010, apparaissant comme un recrutement supérieur à la moyenne de poissons d'âge 2 en 2012 (figures 6b et 7b). Il y a un degré élevé d'incertitude dans les estimations des recrues d'âge 2 pour 2016, en partie à cause de la faible taille de l'échantillon (5 échantillons, n ~ 500 poissons). En l'absence de pêche, le ME1 estime qu'il y a une probabilité de 5 % que le stock se situe sous le seuil de $0{,}25BSR_0$ en 2017; le ME2 estime une probabilité de 59 % que le stock se situe sous le seuil fixe de 10 700 t en 2017 (tableau 5).

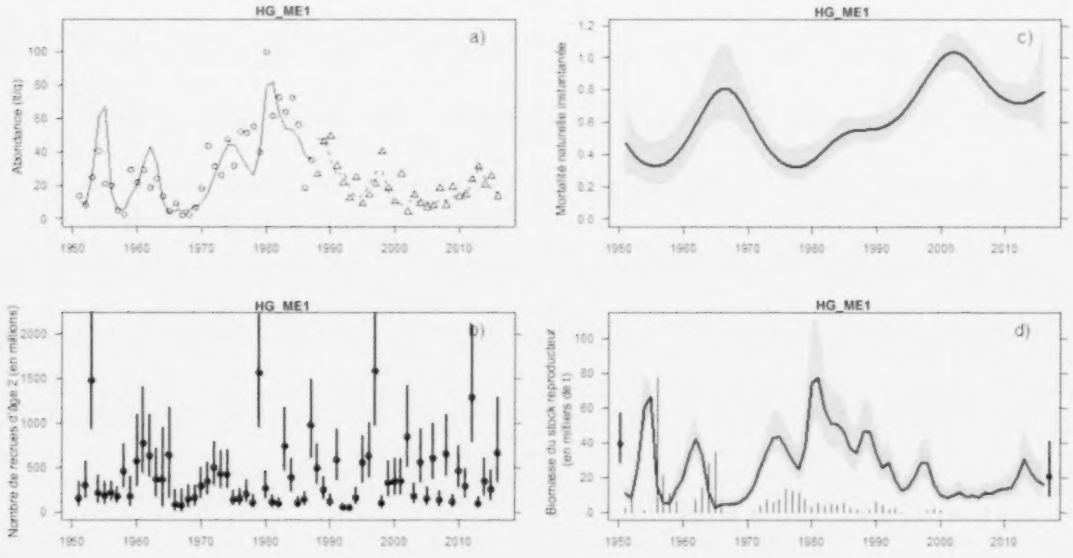

*Figure 6. Résultats du modèle pour Haida Gwaii (ME1). Le graphique supérieur gauche (**a**) montre l'ajustement du modèle à la série chronologique de données de relevé du frai. Les cercles et les triangles vides reflètent la série chronologique des données de relevé en surface (1951-1987) et par plongée (1988-2016). Les données sur l'indice sont présentées à l'annexe (tableau A-2). Le graphique inférieur gauche (**b**) indique la reconstruction du nombre de recrues d'âge 2 (en millions). Les cercles pleins avec ligne verticale représentent respectivement les médianes et les intervalles de crédibilité de 5-95 %. Le graphique supérieur droit (**c**) illustre les estimations a posteriori de la mortalité naturelle instantanée. Le graphique inférieur droit (**d**) montre les estimations a posteriori de la biomasse du stock reproducteur (BSR_t) pour chaque année t; les valeurs de la biomasse non exploitée (BSR_0) sont indiquées à l'extrême gauche (cercle plein et lignes verticales), et la biomasse projetée du stock reproducteur avant la récolte en supposant qu'il n'y ait pas de pêche (BSR_{2017}) selon le ME1 est présentée à l'extrême droite (cercle plein et lignes verticales). La série chronologique de minces lignes verticales indique les prises commerciales (à l'exception de la pêche commerciale des œufs sur varech). Les lignes pleines et la zone en rose qui les entoure représentent respectivement les médianes et les intervalles de crédibilité de 5-95 %. Les résultats du ME2 montrent des tendances similaires, avec des valeurs numériques plus faibles pour les zones HG, CC, DG et COIV (tableaux 2 à 4).*

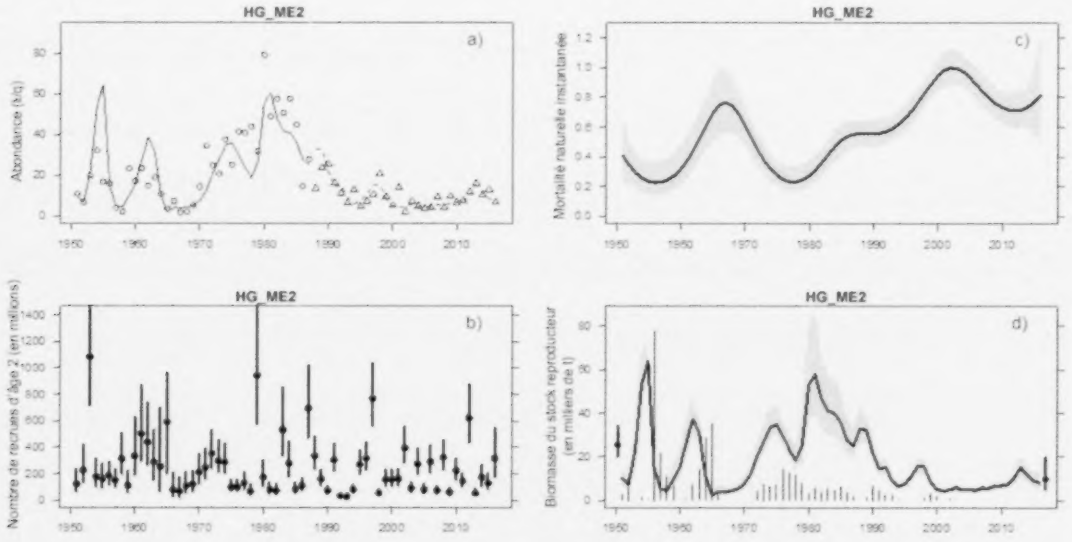

Figure 7. Résultats du modèle pour Haida Gwaii (ME2). Voir la description détaillée à la figure 6.

*Tableau 5. Tables de décision concernant les paramètres de la récolte et de la biomasse tirés du **ME1** (à gauche) et du **ME2** (à droite) pour la biomasse projetée du stock reproducteur en 2017, en fonction d'une fourchette de TAC (en tonnes) pour la zone de **Haida Gwaii**. Les probabilités sont estimées à l'aide des proportions des échantillons dérivés de la méthode de MCCM qui satisfont aux critères donnés. Les projections sur un an pour la zone HG utilisent des ratios d'allocation des prises pour chacune des trois pêches (pêche du hareng de consommation et pour le marché des appâts/pour des usages spéciaux, et pêches du hareng rogué à la senne et au filet maillant) d'après les prises moyennes historiques sur 20 ans.*

*À gauche (**ME1**) : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) soit inférieure à $0{,}25BSR_0$, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %.*

*À droite (**ME2**) : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) tombe sous le seuil fixe de 10 700 t, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %.*

Haida Gwaii						Haida Gwaii					
	Mesures de la biomasse – ME1		Mesures de la récolte – ME1				Mesures de la biomasse – ME2		Mesures de la récolte – ME2		
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte < 0,25 BSR_0 en 2017) P(BSR_{2017} < 0,25BSR_0)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport à 0,25 de la BSR_0 Méd. (BSR_{2017}/ 0,25BSR_0)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)	TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte < seuil en 2017) P(BSR_{2017} < 10 700 t)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport au seuil Méd. (BSR_{2017}/ 10 700 t)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,05	2,09	0,00	0,00	0,00	0	0,59	0,91	0,00	0,00	0,00
500	0,05	2,06	0,00	0,00	0,02	500	0,62	0,89	0,00	0,04	0,05
750	0,06	2,04	0,00	0,01	0,04	750	0,63	0,87	0,01	0,23	0,07
1 000	0,06	2,02	0,00	0,04	0,05	1 000	0,65	0,86	0,04	0,48	0,10
1 020	0,06	2,02	0,00	0,05	0,05	1 020	0,65	0,86	0,04	0,50	0,10
2 000	0,07	1,96	0,04	0,43	0,09	2 000	0,69	0,80	0,44	0,95	0,19
2 120	0,07	1,96	0,05	0,48	0,10	2 120	0,69	0,80	0,50	0,96	0,20
2 160	0,07	1,95	0,05	0,50	0,10	2 160	0,70	0,79	0,52	0,96	0,20
3 000	0,08	1,90	0,19	0,79	0,14	3 000	0,73	0,75	0,80	0,99	0,27
3 500	0,09	1,87	0,29	0,89	0,16	3 500	0,74	0,72	0,89	1,00	0,31
4 000	0,10	1,84	0,39	0,94	0,18	4 000	0,76	0,70	0,93	1,00	0,35
4 500	0,11	1,82	0,50	0,96	0,20	4 500	0,77	0,67	0,96	1,00	0,39
5 000	0,12	1,79	0,60	0,98	0,22	5 000	0,79	0,64	0,98	1,00	0,42
5 500	0,14	1,75	0,68	0,98	0,24	5 500	0,80	0,62	0,99	1,00	0,45
6 000	0,15	1,72	0,76	0,99	0,26	6 000	0,82	0,59	0,99	1,00	0,49

District de Prince Rupert

En raison des multiples pêches commerciales dans la zone DPR (2 425 t, à l'exclusion de la pêche des œufs sur varech), on y a prélevé plus d'échantillons biologiques que dans les zones adjacentes. Au total, 44 échantillons ont été traités dans la zone DPR : 11 échantillons de la pêche d'essai et 33 échantillons de la pêche commerciale. Les navires affrétés pour la pêche d'essai ont prélevé des échantillons dans la baie Big et à Kitkatla au cours des deux dernières semaines de mars. À l'instar des tendances constatées sur le reste de la côte, le poids moyen selon l'âge observé dans les échantillons de la zone DPR est stable depuis 2010, après une période de déclin entre ~ 1980 et 2010 (figure 1).

Un relevé par plongée de 20 jours a permis de mesurer un total de 48,5 kilomètres linéaires de frai de la fin mars à la mi-avril. Il y a eu une légère augmentation de l'indice du relevé par plongée, qui est passé de 17 407 t en 2015 à 18 985 t en 2016 (tableau A.2). La hausse de l'indice du frai est déterminée par l'augmentation de la largeur du frai et du nombre de couches d'œufs. La longueur totale du frai a diminué par rapport à 2015.

Depuis le milieu des années 1990, le stock de la zone DPR se caractérise par deux périodes de biomasse constante et stable : de 1996 à 2003 et de 2006 à 2016 (figures 8d et 9d). Ces tendances stables des estimations de la biomasse concordent avec les tendances des observations des relevés par plongée (figures 8a et 9a, tableau A.2). Le ME1 et le ME2 estiment tous deux un recrutement important de poissons d'âge 2 dans la population en 2014 et 2015, comparativement aux dix dernières années (figures 8b et 9b), surtout à cause de l'information sur la composition selon l'âge, qui démontre une forte proportion d'échantillons faisant partie de cette classe d'âge. L'estimation médiane par le ME1 de la biomasse du stock reproducteur en 2016 est de 22 289 t, par rapport à 22 799 t en 2015 (tableau 2). La tendance est analogue dans les résultats du ME2, avec des estimations de 20 747 t en 2016 et 21 043 t en 2015. L'état du stock en 2016 est estimé à 38 % (ME1) et 35 % (ME2) du niveau non exploité (tableau 3). Le ME1 et le ME2 prédisent tous deux une tendance stable et continue de la biomasse du stock reproducteur en 2017, avec des niveaux analogues à ceux de 2016 (tableau 4). Les similitudes dans les estimations des biomasses par les deux modèles sont attribuables au fait que le ME1 a estimé q_2 à 0,93 (tableau A.2). Pour la zone DPR (selon le ME1), il y a des informations dans les données qui viennent appuyer une valeur de q_2 qui diffère de la valeur a priori de ~ 0,5.

Les probabilités d'être sous le seuil ainsi que d'atteindre les taux de récolte établis pour un éventail de niveaux de prises dans la zone de stock principale DPR, selon le ME1 et le ME2, sont présentées au tableau 6. Si l'on compare les prévisions du ME1 et du ME2, contrairement aux autres zones de stock, le ME1 prévoit une plus forte probabilité de tomber sous le niveau de $0{,}25BSR_0$ (avec une estimation de q_2), et le ME2 prévoit une plus faible probabilité de tomber sous le seuil fixe de 12 100 t (avec une valeur de $q_2 = 1$) pour le même niveau de prises proposé. C'est en partie attribuable au fait que l'estimation de $0{,}25BSR_0$ (médiane ME1 = 14 569 t; médiane ME 2 = 14 425 t) est numériquement supérieure au seuil fixe de 12 100 t pour la zone DPR. En l'absence de pêche, le niveau médian de biomasse du stock reproducteur projeté pour 2017 est de 23 080 t (ME1) et 21 790 t (ME2). Le ME1 prévoit une probabilité de 14 % que le stock de la zone DPR descende sous le niveau de $0{,}25BSR_0$, et le ME2 prévoit une probabilité de 5 % que le stock se trouve sous le seuil fixe de 12 100 t.

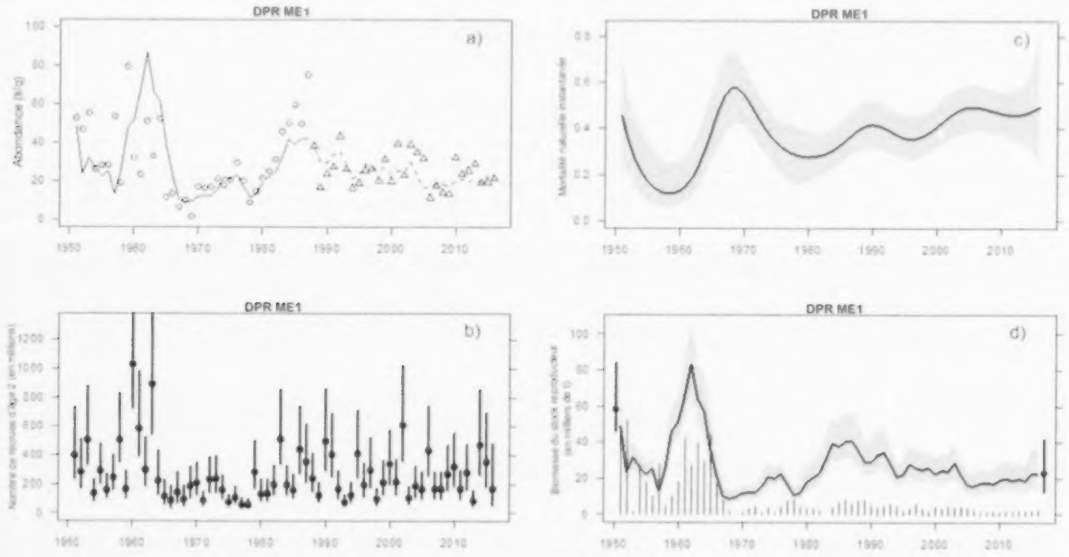

Figure 8. Résultats du modèle pour la zone du district du Prince Rupert (ME1). Voir la description détaillée à la figure 6.

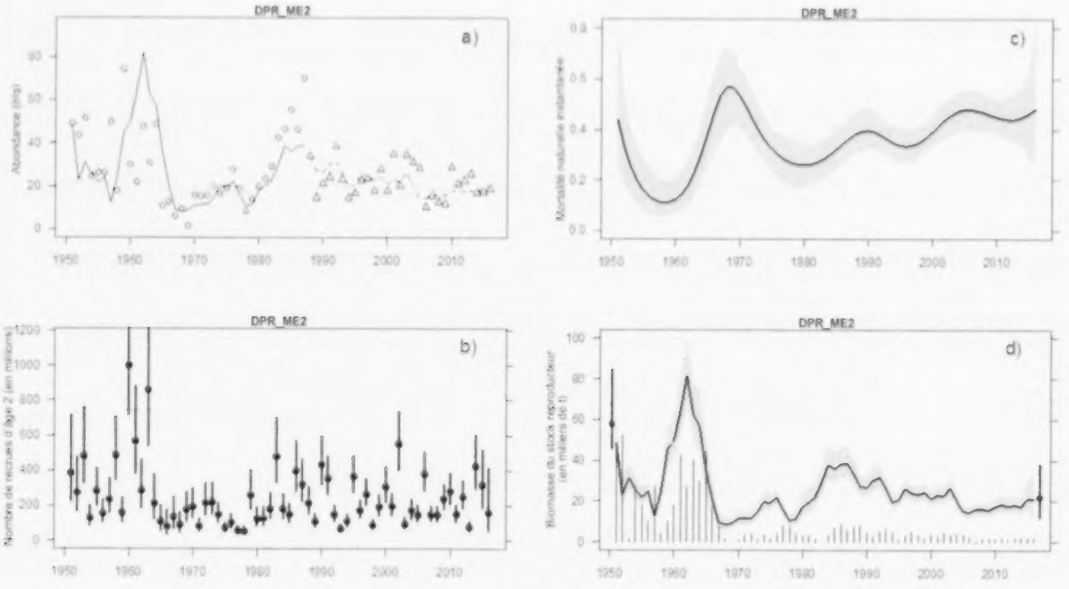

Figure 9. Résultats du modèle pour la zone du district de Prince Rupert (ME2). Voir la description détaillée à la figure 6.

*Tableau 6. Tables de décision concernant les paramètres de la récolte et de la biomasse tirés du **ME1** (à gauche) et du **ME2** (à droite) pour la biomasse projetée du stock reproducteur en 2017, en fonction d'une fourchette de TAC (en tonnes) pour la zone du **district de Prince Rupert**. Les probabilités sont estimées à l'aide des proportions des échantillons dérivés de la méthode de MCCM pour lesquels les critères donnés sont maintenus. Les projections sur un an pour la zone du DPR utilisent des ratios d'allocation des prises pour chacune des trois pêches (pêche du hareng de consommation et pour le marché des appâts/pour des usages spéciaux, et pêches du hareng rogué à la senne et au filet maillant) d'après les prises moyennes historiques sur 20 ans.*

*À gauche (**ME1**) : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) soit inférieure à $0{,}25BSR_0$, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %.*

*À droite (**ME2**) : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) tombe sous le seuil fixe de 12 100 t, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %.*

District de Prince Rupert						District de Prince Rupert					
	Mesures de la biomasse – ME1		Mesures de la récolte – ME1				Mesures de la biomasse – ME2		Mesures de la récolte – ME2		
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte < $0{,}25BSR_0$ en 2017) P(BSR_{2017} < $0{,}25BSR_0$)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport à 0,25 de la BSR_0 Méd. (BSR_{2017}/ $0{,}25BSR_0$)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)	TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte < seuil en 2017) P(BSR_{2017} < 12 100 t)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport au seuil Méd. (BSR_{2017}/ 12 100 t)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,14	1,58	0,00	0,00	0,00	0	0,05	1,80	0,00	0,00	0,00
2 000	0,19	1,47	0,01	0,33	0,08	2 000	0,10	1,67	0,01	0,37	0,09
2 230	0,20	1,46	0,02	0,44	0,09	2 230	0,10	1,66	0,02	0,50	0,10
2 360	0,20	1,45	0,03	0,50	0,10	2 360	0,10	1,65	0,03	0,57	0,11
3 000	0,22	1,42	0,10	0,74	0,13	3 000	0,12	1,61	0,11	0,81	0,13
4 000	0,26	1,37	0,30	0,92	0,17	4 000	0,15	1,55	0,35	0,96	0,18
4 575	0,27	1,34	0,44	0,97	0,19	4 575	0,17	1,51	0,50	0,98	0,20
4 850	0,28	1,32	0,50	0,98	0,20	4 800	0,17	1,50	0,56	0,99	0,21
5 000	0,29	1,32	0,53	0,98	0,21	5 000	0,18	1,48	0,61	0,99	0,22
5 500	0,31	1,29	0,63	0,99	0,23	5 500	0,20	1,45	0,72	1,00	0,24
6 000	0,32	1,27	0,71	1,00	0,24	6 000	0,21	1,42	0,80	1,00	0,26
6 500	0,34	1,24	0,79	1,00	0,26	6 500	0,23	1,39	0,86	1,00	0,28
7 000	0,36	1,22	0,84	1,00	0,28	7 000	0,25	1,36	0,90	1,00	0,30
7 500	0,37	1,19	0,88	1,00	0,30	7 500	0,27	1,33	0,93	1,00	0,32
8 000	0,39	1,16	0,91	1,00	0,32	8 000	0,29	1,30	0,95	1,00	0,34

Côte centrale

La région d'évaluation des stocks de la côte centrale (CC) a été délimitée d'après une combinaison de la répartition des zones de frai et les résultats des études de marquage et des analyses génétiques. Les zones 06, 07 et 08 ont été regroupées en une zone de gestion après la période de pêche minotière, car une grande partie des prises de la côte centrale provenait de chacune de ces zones à l'époque. Cependant, la zone 08 compte généralement des poissons plus petits selon l'âge et, même si une petite pêche des œufs sur varech y est pratiquée, cette zone revêt un intérêt limité pour les secteurs de la pêche commerciale de la rogue et de la pêche pratiquée pour des usages spéciaux depuis plusieurs décennies. Sur une période de 36 ans (de 1980 à 2016), la zone CC a été ouverte à la pêche pendant 30 ans. Pendant cette période, la pêche commerciale (sauf les œufs sur varech) a été pratiquée durant trois ans dans la zone 08, avec des prises annuelles de moins de 100 t.

La zone 08 représentait dans le passé environ 10 % de la biomasse évaluée de la CC, 91 % du frai en moyenne se produisant dans les zones 06 et 07 (moyenne de 1980-2015). L'inclusion de la zone 08 dans la zone d'évaluation de la CC a été signalée par l'équipe technique du MPO et de la Première Nation Heiltsuk comme étant un élément préoccupant pour les Premières Nations. Plus précisément, des préoccupations ont été exprimées sur la possibilité que l'inclusion du frai de la zone 08 dans la biomasse globale du stock reproducteur de la CC ait entraîné une pêche plus importante que prévu dans les zones 06 et 07, compte tenu de l'apport relatif de ces zones à la biomasse globale du stock reproducteur de la CC. Une étude exhaustive de la structure du stock, y compris un examen/une réévaluation des données historiques sur le marquage et la génétique, et des différences du cycle biologique dans la zone d'évaluation de la CC irait au-delà de la portée du présent document. Toutefois, à titre de point de départ, nous avons examiné dans quelle mesure les données disponibles sur la taille selon l'âge soutiennent encore l'inclusion de la zone 08 dans les évaluations du stock de la CC. Les données sur la taille (poids du poisson) de la zone 08 sont toujours plus petites en moyenne que pour les poissons du même âge des zones 06 ou 07. Cette distinction du poids selon l'âge était déjà manifeste durant la période 1997-2006, mais elle est devenue encore plus prononcée au cours de la dernière décennie (figure 10). L'hypothèse voulant que les poissons de la zone 08 fassent partie d'un stock unique mixte de la côte centrale suppose que la répartition du poids selon l'âge devrait être similaire dans ces trois zones statistiques. Les données sur le poids selon l'âge indiquent que les stocks de la zone 08 seraient peut-être distincts de ceux des zones 06 et 07. Cette observation mérite un examen plus poussé. À la lumière de cette information et compte tenu des tendances passées selon lesquelles les prélèvements touchaient uniquement les zones 06 et 07, et parce que ces analyses ont été expressément demandées, les estimations de la biomasse du stock reproducteur et des projections d'avant la récolte, ainsi que les tables de décision de 2017 pour le stock de hareng de la côte centrale sont présentées ici selon deux scénarios : l'inclusion et l'exclusion des données de la zone 08. Ces scénarios sont appelés CC (06, 07, 08) et CC (06, 07) dans les tableaux 2 à 4 et 7 à 10.

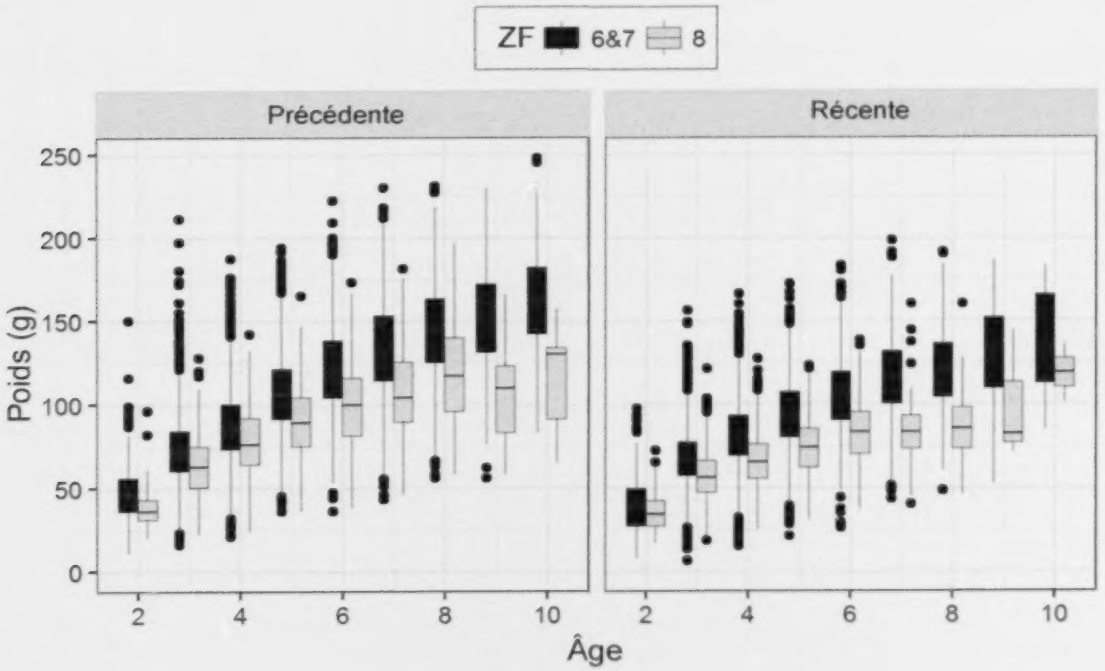

Figure 10. Répartition du poids selon l'âge pour le stock de hareng de la côte centrale pendant la récente décennie (Récente : 2007-2016) et la décennie précédente (Précédente : 1997-2006) d'après les échantillons biologiques provenant de la pêche à la senne du hareng rogué et de la pêche d'essai à la senne. Les extrémités de chaque rectangle correspondent au 25^{e} et au 75^{e} centile; la ligne à l'intérieur de chaque rectangle correspond au 50^{e} centile (c.-à-d. la médiane). Les lignes externes aux extrémités de chaque rectangle (moustaches) s'étendent jusqu'à la valeur 1,5 x IQR, où l'IQR est la distance entre le 25^{e} et le 75^{e} centile; les points représentent les valeurs aberrantes.

Données de relevé

En 2016, la Première Nation Heiltsuk a exploité trois navires de sondage hydrographique au filet maillant, deux principalement dans la zone 07 et un surtout dans la zone 08, pour aider à repérer les stocks en vue de la récolte d'œufs sur varech. Le navire de pêche *Franciscan No.1* a effectué des sondages et recueilli des échantillons biologiques pendant 10 jours au début de mars. Ensuite, le navire de pêche *Proud Canadian* a été utilisé comme navire de sondage et d'échantillonnage biologique en cours de saison pendant 21 jours pour repérer les zones de biomasse de hareng faible et élevée et recueillir des échantillons biologiques dans les zones 06, 07 et 08 parmi les regroupements de harengs prégénésiques. Les projets d'évaluation des stocks de hareng de la Première Nation Heiltsuk ont été financés par le MPO au moyen d'ententes en vertu de la Stratégie relative aux pêches autochtones (SRAPA).

En 2014 et en 2015, le navire de pêche *Kwiaahwah* avait prélevé des échantillons biologiques dans le cadre du programme d'évaluation des stocks du MPO et pour soutenir de nouvelles initiatives de recherche de l'Université Simon Fraser et de l'Université de la Colombie-Britannique. La zone 08 représente une petite portion de la zone de stock CC et, en 2014 et 2015, un grand nombre d'échantillons y ont été prélevés. Dans le but d'assurer l'uniformité des calculs du poids moyen selon l'âge et du nombre selon l'âge pour le stock de la zone CC au fil des ans, les échantillons de 2014 et 2015 de la zone 08 ont été pondérés en fonction de la

proportion moyenne des échantillons de cette zone pour les 20 années précédentes. Au total, 15 échantillons biologiques ont été recueillis dans le cadre du programme d'échantillonnage biologique, et cinq autres échantillons ont été obtenus des pêches commerciales.

Observations des membres des Premières Nations dans la zone de la côte centrale

Certaines des tendances inhabituelles du frai observées ces dernières années ont à nouveau été constatées en 2016. Les pêcheurs heiltsuk ont signalé avoir éprouvé des difficultés, car le frai localisé et les emplacements de frai étaient moins prévisibles que par le passé; en outre, les aires de frai étaient profondes et, donc, difficiles à repérer. En conséquence, la récolte sur branches a été faible, bien que le TAC ait été atteint pour la récolte d'œufs sur varech, ce qui a pu compenser en partie l'insuffisance de la pêche à des fins alimentaires.

Les pêcheurs heiltsuk ont constaté que les œufs de hareng de la zone des îles Foote et de Tankeeah semblaient ne pas avoir été fertilisés et, après deux semaines, ils ont trouvé les œufs en décomposition sur le varech et sur les lignes laissées dans l'eau.

Les plongeurs effectuant le relevé du frai ont noté des problèmes de champignons semblables à ceux observés en 2015 sur le frai à la baie Clifford.

Il y avait certaines préoccupations concernant la dichotomie prises-frai dans la zone d'East Higgins. Le frai semble avoir été limité dans cette zone, et il était moins abondant que ce qui était prévu d'après les estimations de 2 000 à 2 500 t des sondages précédant la pêche, où les séries d'essais de pêche avaient repéré de plus gros poissons matures. On prévoyait que le frai de cette zone dépasserait 1 000 à 1 500 t, ce qui ne s'est pas concrétisé.

Une équipe de l'Université Simon Fraser et de la Central Coast Indigenous Resource Alliance (CCIRA) étudiant la profondeur du frai dans la baie Kitasu, le passage Higgins et le chenal Spiller (relevé par plongée et relevé par caméra vidéo remorquée) a fait les observations suivantes :

- Du frai en profondeur a été relevé uniquement à trois endroits dans le chenal Spiller.
- À ces trois endroits, le frai recouvrait des parois verticales de substratum rocheux de la zone intertidale jusqu'à des profondeurs supérieures à 30 m.
- La survie des œufs à ces sites profonds semblait être exceptionnellement faible; il est probable que la plupart de ces œufs n'ont pas été fertilisés.
- Le frai du hareng en profondeur dépendait du substrat; il était présent uniquement à des endroits où le substrat rocheux profond s'étendait de façon continue, sans failles, depuis la surface.
- Les différences de température et de salinité entre le chenal Spiller et la baie Kitasu étaient faibles et sont peu susceptibles d'avoir influé sur la profondeur du frai.
- Les zones côtières à forte abondance de prédateurs et à intense circulation de bateaux ne recoupaient pas les aires de frai en profondeur.
- Des masses d'œufs de calmar opalescents ont été observées en grand nombre dans des parties de la baie Kitasu.

Les analyses formelles de ces observations, ainsi que d'autres, se poursuivent.

Biomasse : estimations, tendances et prévisions

Deux navires affrétés de relevé par plongée ont été exploités dans la zone de stock de la CC; ils couvraient un total de 164,6 kilomètres linéaires d'œufs de hareng entre le 30 mars et le

22 avril. La série chronologique de données de relevé du frai pour le stock global de la côte centrale (zones 06, 07 et 08) comprend une période de faible biomasse relative mise au jour par relevé entre 2006 et 2012. Les valeurs obtenues par relevé ont augmenté, passant de 7 592 t en 2012 à 20 369 t en 2013, pour ensuite être ramenées à 13 309 t en 2014 avant de monter à 32 146 t en 2015. La valeur de l'indice du relevé pour 2016 est de 32 508 t (figures 11a et 12a, tableau A.2).

Les estimations récentes de la biomasse du stock reproducteur suivent la hausse des données sur l'indice du frai observée depuis 2012 (figures 11d et 12d, tableau 2). Ces observations concordent à la fois pour le scénario d'inclusion et le scénario d'exclusion des données de la zone 08. Selon le scénario de regroupement de toutes les données de la zone CC, les estimations médianes de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) pour le ME1 et le ME2 sont de 51 437 t et de 31 536 t, et la BSR_{2016} est estimée à 86 % et 57 % du niveau non exploité BSR_0 (tableaux 2 et 3). Selon le scénario d'exclusion des données de la zone 08, les estimations médianes de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) pour le ME1 et le ME2 sont de 49 635 t et 30 042 t, et la BSR_{2016} est estimée à 89 % et 59 % du niveau non exploité BSR_0 (tableaux 2 et 3). Les tendances des estimations de la biomasse par le ME2 sont similaires à celles du ME1, mais les estimations du ME2 de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) et de l'état du stock relativement à la BSR_0 sont plus faibles que les estimations du ME1 (tableaux 2 et 3). Les estimations plus élevées de la biomasse du stock reproducteur et de l'état du stock par rapport à la BSR_0 produites par le ME1 résultent largement de la mise à l'échelle de la biomasse par l'estimation de q. Dans le ME1, les estimations médianes de q_1 et q_2 sont respectivement de 0,30 et 0,64. Dans le ME2, les estimations médianes de q_1 et q_2 sont de 0,34 et 1,0 (tableau A.3).

Les projections indiquent une diminution de la biomasse du stock reproducteur en 2017 par rapport à 2016. Cela vaut tant pour le ME1 que pour le ME2, et ce, que la zone 08 soit incluse ou exclue. En l'absence de pêche et selon le scénario d'inclusion de toutes les données de la zone CC, le ME1 projette la biomasse médiane du stock reproducteur avant la récolte en 2017 à 47 855 t, avec 30 % (médiane) de poissons d'âge 3 et 64 % (médiane) de poissons d'âge 4 et plus (tableau 4). Le ME2 projette la biomasse médiane du stock reproducteur avant la récolte à 29 600 t (tableau 4). Les proportions projetées de poissons d'âge 3 et de poissons d'âge 4 et plus sont presque identiques dans le ME2. En l'absence de pêche et selon le scénario d'exclusion des données de la zone 08, le ME1 projette la biomasse médiane du stock reproducteur avant la récolte en 2017 à 46 535 t, avec 30 % (médiane) de poissons d'âge 3 et 64 % (médiane) de poissons d'âge 4 et plus (tableau 4). Le ME2 projette la biomasse médiane du stock reproducteur avant la récolte à 28 690 t (tableau 4). Les proportions projetées de poissons d'âge 3 et d'âge 4 et plus sont presque identiques dans le ME1 et le ME2 dans les deux scénarios d'inclusion et d'exclusion de la zone 08.

Pour calculer le seuil fixe dans le scénario d'exclusion des données de la zone 08, les proportions du frai propre à cette zone observé lors des relevés par plongée depuis 1980 ont été examinées. En moyenne, 91 % des œufs de hareng ont été observés dans les zones 06 et 07 depuis 1980, ce qui explique pourquoi le seuil fixé à cette proportion a été ajusté. En conséquence, pour le ME2, un seuil fixe de 16 016 t a été utilisé; cela correspond à 91 % du seuil fixe de la zone CC utilisé de 1996 à 2011. En l'absence de pêche, le ME1 estime qu'il y a 0 % de probabilité que le stock tombe sous le seuil de 25 %BSR_0 en 2017 (pour les deux scénarios de données; tableaux 7 et 8). Le ME2 estime une probabilité de 3 % et de 2 % de tomber sous les seuils fixes de 17 600 t et de 16 016 t en 2017 (respectivement avec inclusion et exclusion de la zone 08, tableaux 7 et 8).

Les tables de décision pour le hareng de la CC comprennent un autre seuil de 0,60 de la BSR_0 et des taux de récolte de 5 %, 10 % et 20 %, comme l'a demandé l'équipe technique du MPO et de la Première Nation Heiltsuk. Cet autre seuil tient compte de l'inquiétude de la Première Nation Heiltsuk concernant la poursuite des faibles récoltes, ainsi que l'absence continue de reproducteurs à de nombreux sites de frai traditionnels importants pour la Nation Heiltsuk. Une période prolongée d'abondance relativement élevée pourrait être nécessaire pour favoriser la recolonisation de ces zones. De plus, à la suite de la réunion du SCCS en mai 2015, on a demandé d'utiliser une méthodologie empirique de prévision de la biomasse, calculée comme suit :

$$\text{biomasse prévue } (BSR_{2017}) = \text{indice du frai } (I_{2016}) + \text{captures } (C_{2016})$$

À l'aide de cette méthode, la biomasse du stock reproducteur avant la récolte en 2017 est estimée à 32 721 t (zones 06, 07 et 08) ou à 31 803 t (zones 06 et 07 seulement; tableau 4). Un taux de récolte de 10 % a aussi été demandé, et l'application de ce taux de récolte donnerait un TAC de 3 272 t et de 3 180 t (respectivement avec inclusion et exclusion de la zone 08). Le rendement à long terme de ces autres méthodes de prévision et règle de décision en matière de prises est étudié dans la partie 2 de la réponse des Sciences de 2015 (MPO 2015b).

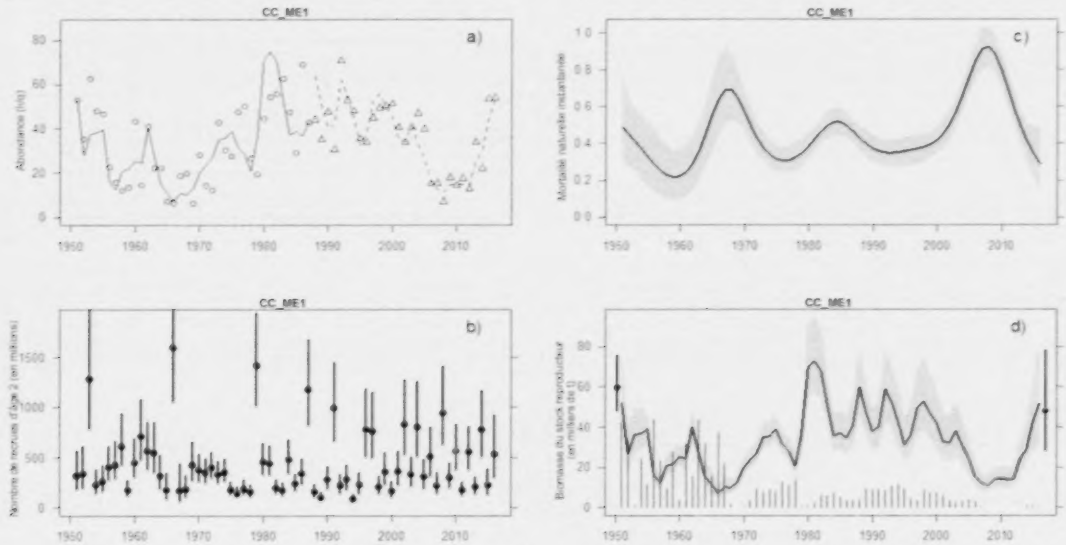

Figure 11. Résultats du modèle pour le stock global de la zone de la côte centrale (zones 06, 07 et 08) (ME1). Voir la description détaillée à la figure 6. Le modèle de la zone de la côte centrale (zones 06 et 07 seulement) obtient des résultats similaires à celui du stock global (ME1 et ME2). Figures non incluses.

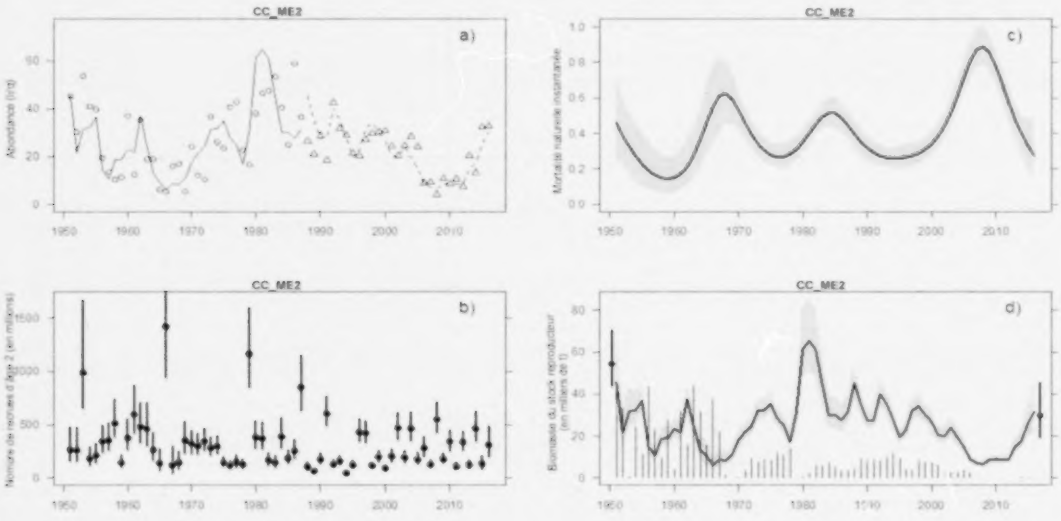

Figure 12. Résultats du modèle pour le stock global de la zone de la côte centrale (zones 06, 07 et 08) (ME2). Voir la description détaillée à la figure 6. Le modèle de la zone de la côte centrale (zones 06 et 07 seulement) obtient des résultats similaires à celui du stock global (ME1 et ME2). Figures non incluses.

*Tableau 7. Tables de décision concernant les paramètres de la récolte et de la biomasse tirés du **ME1** (en haut) et du **ME2** (en bas) pour la biomasse projetée du stock reproducteur en 2017, en fonction d'une fourchette de TAC (en tonnes) pour la zone de la **côte centrale (stock global – zones 06, 07 et 08)**. Les probabilités sont estimées à l'aide des proportions des échantillons dérivés de la méthode de MCCM pour lesquels les critères donnés sont maintenus. Les projections sur un an pour la zone de la CC utilisent des ratios d'allocation des prises pour chacune des trois pêches (pêche du hareng de consommation et pour le marché des appâts/pour des usages spéciaux, et pêches du hareng rogué à la senne et au filet maillant) d'après les prises moyennes historiques sur 20 ans. **En haut (ME1)** : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) soit inférieure à $0{,}25BSR_0$, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %. **En bas (ME2)** : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) tombe sous le seuil fixe de 17 600 t, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %.*

Côte centrale (CC – zones 06, 07 et 08)

	Paramètres de la biomasse – ME1				**Paramètres de la récolte – ME1**			
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte < 0,25 BSR_0 en 2017) $P(BSR_{2017} < 0{,}25BSR_0)$	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport à 0,25 de la BSR_0 Méd. (BSR_{2017}/ $0{,}25BSR_0$)	Prob. (biomasse après la récolte < 0,60 BSR_0 en 2017) $P(BSR_{2017} < 0{,}60\ BSR_0)$	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport à 0,60 de la BSR_0 Méd. (BSR_{2017}/ $0{,}60\ BSR_0$)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 5 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,00	3,20	0,17	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00
1 000	0,00	3.15	0,19	1,31	0,00	0,00	0,01	0,02
1 500	0,00	3,12	0,20	1,30	0,00	0,00	0,07	0,03
2 000	0,00	3,10	0,21	1,29	0,00	0,01	0,27	0,04
2 420	0,00	3,08	0,22	1,28	0,00	0,02	0,50	0,05
3 000	0,00	3,05	0,23	1,27	0,00	0,06	0,76	0,06
3 040	0,00	3,04	0,23	1,27	0,00	0,07	0,77	0,06
4 000	0,00	3,00	0,25	1,25	0,00	0,26	0,95	0,08
4 900	0,00	2,95	0,27	1.23	0,02	0,50	0,99	0,10
5 000	0,00	2,95	0,27	1,23	0,02	0,52	0,99	0,10
6 000	0,00	2,90	0,29	1,21	0,05	0,75	1,00	0,12
6 250	0,00	2,88	0,29	1,20	0,07	0,79	1,00	0,13
7 000	0,00	2,85	0,30	1,19	0,13	0,88	1,00	0,14
8 000	0,01	2,79	0,32	1,16	0,23	0,95	1,00	0,16
9 000	0,01	2,75	0,34	1,14	0,36	0,98	1,00	0,18
10 000	0,01	2,70	0,37	1,12	0,49	0,99	1,00	0,20
10 100	0,01	2,69	0,37	1,12	0,50	0,99	1,00	0,20
11 000	0,01	2,65	0,39	1,10	0,61	1,00	1,00	0,22

Tableau 7 (suite)

Côte centrale (CC – Zones 06, 07 et 08)

	Mesures de la biomasse – ME2				Mesures de la récolte – ME2			
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte inférieure au seuil en 2017) P(BSR_{2017} < 17 600 t)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport au seuil Méd. (BSR_{2017}/ 17 600 t)	Prob. (biomasse après la récolte < 0,60 BSR_0 en 2017) P(BSR_{2017} < 0,60 BSR_0)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport à 0,60 de la BSR_0 Méd. (BSR_{2017}/ 0,60 BSR_0)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 5 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,03	1,68	0,66	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
1 000	0,04	1,64	0,69	0,88	0,00	0,00	0,06	0,03
1 500	0,04	1,62	0,70	0,86	0,00	0,00	0,50	0,05
2 000	0,05	1,60	0,71	0,85	0,00	0,06	0,87	0,07
2 420	0,06	1,58	0,73	0,84	0,00	0,20	0,97	0,08
3 000	0,07	1,55	0,74	0,83	0,00	0,48	1,00	0,10
3 040	0,07	1,55	0,74	0,83	0,00	0,50	1,00	0,10
4 000	0,09	1,51	0,77	0,81	0,05	0,86	1,00	0,13
4 900	0,11	1,47	0,79	0,79	0,18	0,97	1,00	0,16
5 000	0,11	1,47	0,79	0,78	0,20	0,97	1,00	0,16
6 000	0,13	1,43	0,81	0,76	0,44	1,00	1,00	0,19
6 250	0,14	1,42	0,82	0,76	0,50	1,00	1,00	0,20
7 000	0,16	1,39	0,83	0,74	0,68	1,00	1,00	0,22
8 000	0,19	1,34	0,85	0,72	0,84	1,00	1,00	0,25
9 000	0,23	1,30	0,87	0,70	0,93	1,00	1,00	0,28
10 000	0,26	1,26	0,88	0,67	0,97	1,00	1,00	0,31
10 100	0,26	1,26	0,89	0,67	0,97	1,00	1,00	0,31
11 000	0,29	1,22	0,90	0,65	0,99	1,00	1,00	0,34

*Tableau 8. Tables de décision concernant les paramètres de la récolte et de la biomasse tirés du **ME1** (en haut) et du **ME2** (en bas) pour la biomasse projetée du stock reproducteur en 2017, en fonction d'une fourchette de TAC (en tonnes) pour la zone de la **côte centrale (zones 06 et 07 seulement)**. Les probabilités sont estimées à l'aide des proportions des échantillons dérivés de la méthode de MCCM pour lesquels les critères donnés sont maintenus. Les projections sur un an pour la zone de la CC utilisent des ratios d'allocation des prises pour chacune des trois pêches (pêche du hareng de consommation et pour le marché des appâts/pour des usages spéciaux, et pêches du hareng rogué à la senne et au filet maillant) d'après les prises moyennes historiques sur 20 ans. En haut (**ME1**) : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) soit inférieure à $0{,}25BSR_0$, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %. En bas (**ME2**) : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la capture en 2017 (BSR_{2017}) tombe sous le seuil fixe de 16 016 t, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %.*

Côte centrale (CC – zones 06 et 07 seulement)

	Paramètres de la biomasse – ME1				**Paramètres de la récolte – ME1**			
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte < 0,25 BSR_0 en 2017) $P(BSR_{2017} < 0{,}25BSR_0)$	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport à 0,25 de la BSR_0 Méd. $(BSR_{2017}/0{,}25BSR_0)$	Prob. (biomasse après la récolte < 0,60 BSR_0 en 2017) $P(BSR_{2017} < 0{,}60\ BSR_0)$	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport à 0,60 de la BSR_0 Méd. $(BSR_{2017}/0{,}60\ BSR_0)$	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 5 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,00	3,34	0,15	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00
1 000	0,00	3,29	0,17	1,37	0,00	0,00	0,01	0,02
1 500	0,00	3,26	0,17	1,36	0,00	0,00	0,09	0,03
2 000	0,00	3,23	0,18	1,35	0,00	0,01	0,31	0,04
2 420	0,00	3,21	0,19	1,34	0,00	0,02	0,53	0,05
3 000	0,00	3,18	0,20	1,33	0,00	0,08	0,77	0,06
3 040	0,00	3,18	0,20	1,33	0,00	0,09	0,78	0,06
4 000	0,00	3,13	0,22	1,30	0,00	0,29	0,95	0,08
4 900	0,00	3,08	0,23	1,28	0,02	0,53	0,99	0,10
5 000	0,00	3,07	0,23	1,28	0,02	0,55	0,99	0,10
6 000	0,00	3,02	0,25	1,26	0,07	0,76	1,00	0,13
6 250	0,00	3,01	0,26	1,25	0,08	0,80	1,00	0,13
7 000	0,00	2,96	0,27	1,23	0,15	0,87	1,00	0,15
8 000	0,00	2,91	0,29	1,21	0,26	0,94	1,00	0,17
9 000	0,00	2,85	0,31	1,19	0,40	0,97	1,00	0,18
10 000	0,01	2,80	0,33	1,17	0,53	0,99	1,00	0,20
10 100	0,01	2,79	0,33	1,16	0,54	0,99	1,00	0,21
11 000	0,01	2,74	0,35	1,14	0,64	1,00	1,00	0,22

Tableau 8 (suite)

Côte centrale (CC – zones 06 et 07 seulement)

	Mesures de la biomasse – ME2				Mesures de la récolte – ME2			
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte inférieure au seuil en 2017) P(BSR_{2017} < 16 016 t)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport au seuil Méd. (BSR_{2017}/ 16 016 t)	Prob. (biomasse après la récolte < 0,60 BSR_0 en 2017) P(BSR_{2017} < 0,60 BSR_0)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport à 0,60 de la BSR_0 Méd. (BSR_{2017}/ 0,60 BSR_0)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 5 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,02	1,79	0,57	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00
1 000	0,03	1,74	0,61	0,92	0,00	0,00	0,09	0,03
1 500	0,03	1,72	0,63	0,91	0,00	0,01	0,54	0,05
2 000	0,04	1,70	0,64	0,90	0,00	0,08	0,89	0,07
2 420	0,04	1,68	0,66	0,89	0,00	0,23	0,97	0,08
3 000	0,05	1,65	0,68	0,87	0,01	0,53	1,00	0,10
3 040	0,05	1,65	0,68	0,87	0,01	0,54	1,00	0,10
4 000	0,07	1,60	0,71	0,85	0,07	0,88	1,00	0,13
4 900	0,08	1,56	0,74	0,83	0,22	0,97	1,00	0,16
5 000	0,09	1,56	0,74	0,82	0,24	0,98	1,00	0,17
6 000	0,11	1,51	0,77	0,80	0,49	1,00	1,00	0,20
6 250	0,11	1,50	0,78	0,79	0,55	1,00	1,00	0,21
7 000	0,14	1,46	0,79	0,77	0,71	1,00	1,00	0,23
8 000	0,17	1,42	0,82	0,75	0,86	1,00	1,00	0,26
9 000	0,19	1,37	0,84	0,72	0,94	1,00	1,00	0,29
10 000	0,23	1,32	0,85	0,70	0,97	1,00	1,00	0,32
10 100	0,23	1,32	0,85	0,70	0,98	1,00	1,00	0,32
11 000	0,26	1,28	0,87	0,68	0,99	1,00	1,00	0,35

Détroit de Georgie

Au total, 138 échantillons ont été traités en 2016; ils ont été prélevés dans le cadre de la pêche d'essai du hareng (saison 2015-2016) et du programme de pêche expérimentale par navire affrété (mars-avril 2015). Cela comprend des échantillons commerciaux de la pêche du hareng rogué à la senne (30), de la pêche du hareng rogué au filet maillant (42), de la pêche pour consommation et hareng-appât (26), de la pêche pour utilisation spéciale (8), ainsi que des échantillons des programmes de pêche d'essai par navire affrété (32, en incluant les programmes d'essais financés par l'industrie). Les échantillons en double n'ont pas été traités. Les équipes de relevé par plongée ont mesuré un total de 118,3 kilomètres linéaires d'œufs de hareng du 14 mars au 7 avril.

Observations des Premières Nations au sud du passage Dodds

Très peu de frai de hareng a été observé au sud du passage Dodds en 2016. Le frai observé a eu lieu au cours d'une brève période et couvrait une faible superficie. Environ 4 km de frai ont été relevés entre le 26 et le 28 mars, prenant naissance dans la zone de la pointe Yellow et s'étendant au nord sur une brève distance et au sud vers la baie Kulleet. Le frai a été abondant dans la zone de la pointe Yellow pendant 1,5 jour, puis est devenu ténu pour le reste de la période de frai. Dans la baie Kulleet, il a été observé que le hareng frayait à de plus grandes profondeurs que ce qui avait été observé par le passé. En outre, il y a eu un ou deux signalements non confirmés de frai localisé à la mi-avril dans les zones 17 et 18.

Selon les observations, l'abondance et la diversité des espèces fauniques associées au hareng et au frai du hareng étaient réduites. Ces espèces comprenaient des oiseaux tels que les guillemots, les macreuses et les aigles, des poissons tels que le saumon quinnat, le saumon coho, le squale et la morue, ainsi que des mammifères marins tels que les lions de mer et les marsouins. C'est là une tendance inhabituelle qui coïncide avec la diminution des événements de frai du hareng ces dernières années, et qui suscite de vives préoccupations dans les collectivités Hul'q'umi'num.

Données de relevé

L'indice du frai a diminué, passant de 120 468 t en 2014 à 104 481 t en 2015, puis a monté à 129 502 t en 2016 (tableau A.2). Les augmentations de valeur de l'indice du frai étaient principalement attribuables à l'accroissement de la largeur du frai (le nombre de couches d'œufs était conforme aux observations de 2014 et de 2015). Les lieux de frai du hareng sont concentrés dans la partie nord de la zone du détroit de Georgie (DG). Entre 2000 et 2014, 87 % de la biomasse du stock reproducteur était concentrée entre Nanaimo et le cap Lazo, et 6 % des reproducteurs, en moyenne, se trouvaient au sud du passage Dodds. En 2016, 99 % (128 329 t) du frai de la zone du DG a eu lieu entre Nanaimo et le cap Lazo, dans les sections 141, 142, 143 et 172. Environ 35 t de biomasse du stock reproducteur ont été observées dans la section 135, et 1 115 t de biomasse du stock reproducteur ont été observées dans la section 173.

Biomasse : estimations, tendances et prévisions

Les deux modèles d'évaluation estiment que le stock a augmenté en 2016 par rapport à 2015, et les deux modèles estiment une trajectoire à la hausse de la biomasse du stock reproducteur depuis 2010 (figures 13d et 14d, tableau 2). Le ME1 et le ME2 estiment la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 199 604 t et à 111 677 t (tableaux 2 et 3). L'état du stock en 2016 est estimé à 137 % (ME1) et à 96 % (ME2) du niveau non exploité (tableau 3). Les tendances des estimations de la biomasse par le ME2 sont similaires à celles du ME1, mais les estimations du ME2 de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) et de l'état du stock par rapport à la BSR_0 sont plus faibles que les estimations du ME1 (tableaux 2 et 3). Les

estimations plus élevées de la biomasse du stock reproducteur et de l'état du stock par rapport à la BSR_0 produites par le ME1 résultent largement de la mise à l'échelle de la biomasse par l'estimation de q. Les estimations médianes du ME1 pour q_1 et q_2 sont de 0,55 et 0,60, soit une déviation très faible par rapport à la valeur a priori de ~0,5. Dans le ME2, les estimations médianes de q_1 et q_2 sont de 0,92 et 1,0 (tableau A.3).

Le ME1 et le ME2 projettent tous les deux une hausse de la biomasse médiane du stock reproducteur en 2017. En l'absence de pêche, le ME1 projette pour 2017 une biomasse médiane du stock reproducteur de 264 900 t, consistant en 53 % (médiane) de poissons d'âge 3 et 41 % (médiane) de poissons d'âge 4 et plus, et le ME2 projette une biomasse médiane du stock reproducteur de 158 100 t (tableau 4). Les proportions projetées de poissons d'âge 3 et d'âge 4 et plus sont presque identiques dans le ME2 (selon l'hypothèse q_2 = 1,0). La trajectoire continue à la hausse de la biomasse du stock reproducteur et des projections pour 2017 résulte du fait que le modèle ajuste une trajectoire à la hausse dans les valeurs de l'indice du frai depuis 2008 (figures 13a et 14a). Les deux modèles estiment également un recrutement supérieur à la moyenne des poissons d'âge 2 durant la période 2013-2016 (figures 13b et 14b). En l'absence de pêche, le ME1 estime qu'il y a une probabilité de 0 % que le stock soit inférieur au seuil de 25 % de la BSR_0 en 2017, et le ME2 estime une probabilité de 0 % que le stock se situe sous le seuil fixe de 21 200 t en 2017 (tableau 9).

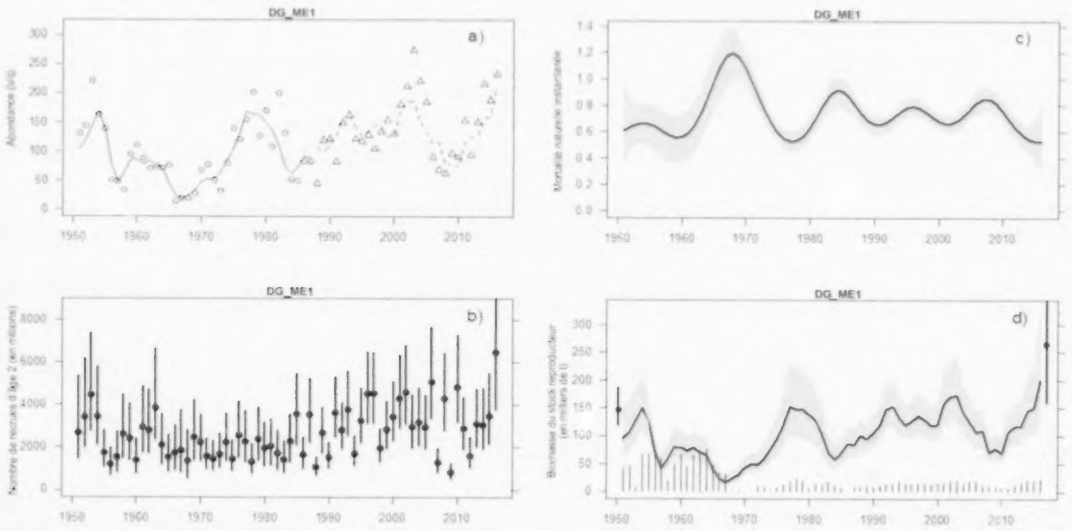

Figure 13. Résultats du modèle pour la zone du détroit de Georgie (ME1). Voir la description détaillée à la figure 6.

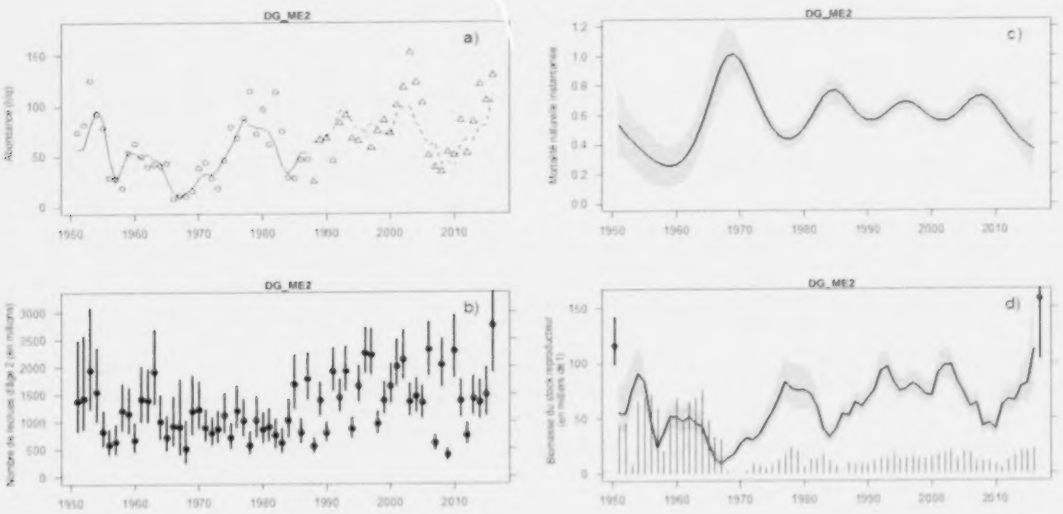

Figure 14. Résultats du modèle pour la zone du détroit de Georgie (ME2). Voir la description détaillée à la figure 6.

*Tableau 9. Tables de décision concernant les paramètres de la récolte et de la biomasse tirés du **ME1** (à gauche) et du **ME2** (à droite) pour la biomasse projetée du stock reproducteur en 2017, en fonction d'une fourchette de TAC (en tonnes) pour la zone du **détroit de Georgie**. Les probabilités sont estimées à l'aide des proportions des échantillons dérivés de la méthode de MCCM pour lesquels les critères donnés sont maintenus. Les projections sur un an pour le détroit de Georgie prévoient une allocation de 50 % du total autorisé des captures pour les pêches de consommation et pour le marché des appâts/pour des usages spéciaux, de 30 % pour la pêche du hareng rogué à la senne et de 20 % pour la pêche du hareng rogué au filet maillant.*

*À gauche (**ME1**) : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) soit inférieure à $0{,}25BSR_0$, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %.*

Détroit de Georgie					
	Mesures de la biomasse – ME1		Mesures de la récolte – ME1		
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte < 0,25 BSR_0 en 2017) $P(BSR_{2017} < 0{,}25BSR_0)$	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport à 0,25 de la BSR_0 Méd. $(BSR_{2017}/0{,}25BSR_0)$	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,00	7,24	0,00	0,00	0,00
10 000	0,00	7,05	0,00	0,00	0,04
15 000	0,00	6,95	0,00	0,03	0,06
16 250	0,00	6,92	0,00	0,05	0,06
18 000	0,00	6,89	0,00	0,09	0,07
20 000	0,00	6,85	0,00	0,16	0,07
25 000	0,00	6,75	0,00	0,39	0,09
27 300	0,00	6,71	0,01	0,50	0,10
30 000	0,00	6,65	0,02	0,61	0,11
33 250	0,00	6,59	0,04	0,71	0,12
40 000	0,00	6,46	0,14	0,87	0,14
50 000	0,00	6,28	0,35	0,97	0,18
56 500	0,00	6,15	0,50	0,99	0,20
60 000	0,00	6,09	0,57	0,99	0,21
65 000	0,00	5,99	0,66	1,00	0,23

*À droite (**ME2**) : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) tombe sous le seuil fixe de 21 200 t, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %.*

Détroit de Georgie					
	Mesures de la biomasse – ME2		Mesures de la récolte – ME2		
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte inférieure au seuil en 2017) $P(BSR_{2017} <$ 21 200 t)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport au seuil Méd. $(BSR_{2017}/$ 21 200 t)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,00	7,46	0,00	0,00	0,00
10 000	0,00	7,10	0,00	0,04	0,06
15 000	0,00	6,92	0,00	0,38	0,09
16 250	0,00	6,88	0,01	0,50	0,10
18 000	0,00	6,82	0,01	0,65	0,11
20 000	0,00	6,75	0,03	0,78	0,12
25 000	0,00	6,57	0,14	0,95	0,15
27 300	0,00	6,49	0,22	0,98	0,17
30 000	0,00	6,40	0,34	0,99	0,18
33 250	0,00	6,28	0,50	0,99	0,20
40 000	0,00	6,05	0,76	1,00	0,24
50 000	0,00	5,70	0,94	1,00	0,29
56 500	0,00	5,48	0,98	1,00	0,33
60 000	0,00	5,35	0,99	1,00	0,35
65 000	0,00	5,19	0,99	1,00	0,37

Côte ouest de l'île de Vancouver

En 2016, des échantillons biologiques ont été prélevés dans le cadre d'un programme de pêche d'essai à la senne par navire affrété, financé par le MPO. L'objectif fondamental de ce navire était de recueillir des échantillons biologiques parmi les principales concentrations de hareng des zones 23, 24 et 25, repérées par sondage (de la fin février à avril 2015). Au total, 14 échantillons biologiques ont été prélevés et traités dans le cadre du programme d'échantillonnage par pêche d'essai. Dix autres échantillons biologiques ont été recueillis dans le cadre d'un programme pilote d'échantillonnage du programme sur les pêches du Conseil tribal de Nuu-chah-nulth. Les données du programme pilote d'échantillonnage ne sont pas incluses dans l'évaluation pour 2016.

Les Premières Nations Maa-nulth, Hesquiaht et Nuchatlaht ont exploité des navires de reconnaissance du frai (patrouilleurs affrétés) dans les zones 23, 24 et 25. Les navires devaient identifier des bancs de harengs prégénésiques dans leur territoire, et transmettre cette information chaque jour au gestionnaire des ressources de la COIV. Dans certains cas, les navires de reconnaissance ont pu mener des relevés en surface dans les zones où ne pouvait se rendre l'équipe de plongée sous contrat, notamment dans l'aire de frai précoce du havre Hesquiaht. Les navires de reconnaissance du frai exploités par les Premières Nations font partie du programme d'évaluation de la COIV depuis 2007. Les événements de frai signalés par les navires de reconnaissance du frai et les vols d'observation du frai (environ 2 vols par semaine) ont permis de diriger les équipes de plongeurs. Les relevés par plongée ont couvert un total de 60,58 kilomètres linéaires d'œufs de hareng.

Observations des membres des Premières Nations dans la zone COIV

Des pêcheurs nuu-chah-nulth et des techniciens des Pêches ont fait plusieurs observations relatives au hareng de la COIV en 2016. Un frai très précoce a été observé dans le havre Hesquiaht (janvier et février). Même si le frai de janvier est survenu plus tôt que ce qui avait été observé les années précédentes, un frai en janvier dans le havre Hesquiaht est un événement courant. En raison de sa particularité temporelle et de sa taille relativement petite, le frai précoce du havre Hesquiaht n'a jamais été évalué par plongée ni inclus dans l'évaluation de la zone COIV. La végétation marine associée au frai précoce et recueillie par les résidents de la zone d'Hesquiaht indiquait la présence d'une ou de deux couches d'œufs.

En prévision du principal retour du hareng, les pêcheurs nuu-chah-nulth ont installé des troncs d'arbre entiers et des rideaux de branches pour recueillir les œufs de hareng sur les branches maîtresses. Les troncs et les branches maîtresses ont été installés aux sites de frai habituels du hareng et aux sites de frai actifs dans la baie Barkley (zone 23), la baie Clayoquot (zone 24), la baie Nootka, le bras de mer Esperanza, Nuchatlitz (zone 25), et la baie Kyuquot (zone 26, qui se situe en dehors de la zone d'évaluation du MPO pour le hareng de la COIV).

De très petites quantités de frai de hareng sur branches maîtresses ont été récoltées dans la baie Barkley, et encore moins dans la baie Clayoquot. Dans les zones 23 et 24, les petites récoltes se situaient bien en deçà des besoins alimentaires de la collectivité. Dans chacune des deux zones, le nombre de couches d'œufs était à peine suffisant pour justifier la récolte. (Au minimum, de quatre à six couches sont nécessaires pour qu'il y ait suffisamment d'œufs à recueillir sur les branches.) Dans la zone 23, les troncs et branches maîtresses installés durant l'événement de frai des 16 et 17 mars présentaient en moyenne de deux à quatre couches d'œufs, et quelques branches maîtresses en présentaient jusqu'à six à huit couches. Dans la zone 24, la plupart des troncs et branches maîtresses installés étaient dépourvus d'œufs, ou ils comportaient si peu d'œufs de hareng que ces derniers ont été laissés sur place. Dans la zone 25, il n'y a pas eu de récolte d'oeufs sur branches ni sur varech. Les bancs de harengs

prégénésiques observés à Esperanza se sont déplacés vers le récif Bajo pour frayer dans une zone ne se prêtant pas à la récolte des œufs sur branches (en raison du sable et de l'action des vagues; c'est également une zone qui ne se prête pas à la pêche commerciale à la senne ou au filet maillant). Les autres activités de frai qui ont été observées dans la zone 25 étaient relativement précoces, de petite taille et de brève durée.

Données de relevé

Les données de relevé du frai dans la zone COIV indiquent que le stock de cette zone a diminué entre 2004 et 2012, les valeurs d'indice les plus faibles ayant été enregistrées en 2006, 2007, 2008 et 2010. Entre 2013 et 2015, les indices du relevé ont des valeurs semblables les unes aux autres, présentant un écart inférieur à 2 600 t; ils sont suivis par une augmentation, l'indice passant de 11 323 t en 2015 à 20 528 t en 2016 (tableau A.2). En 2016, 58 % du frai est survenu dans la zone 23, 27 % s'est produit dans la zone 24 (en totalité à Hesquiaht, section 242) et 16 % a eu lieu dans la zone 25. Le frai de 2016 dans le havre Hesquiaht, survenu entre janvier et la fin de mars, représentait 5 467 t sur le total de 20 528 t estimé pour la zone COIV au moyen des relevés par plongée et en surface. Des discussions tenues après les relevés entre le MPO et le Conseil tribal de Nuu-chah-nulth (CTN) (15 août 2016) ont confirmé que ces événements de frai précoce ne sont pas atypiques dans la zone 24, mais qu'ils ne font pas toujours l'objet de relevés. Le tout premier frai dans la zone COIV en 2016 a été observé le 7 janvier – c'est le frai le plus précoce qui ait jamais été enregistré pour cette zone dans la base de données du MPO. Ce frai constitue un apport de 125 t dans l'estimation par relevé de la biomasse du stock reproducteur pour la zone COIV. Les 5 342 t restantes de biomasse du stock reproducteur estimées pour la zone 24 ont été relevées entre le 1er février et le 19 mars. Le frai dans la zone 24 a été très faible ou inexistant au cours des 16 dernières années (de 2000 à 2015), période qui avait été précédée par 12 années (de 1988 à 1999) de frai annuel stable s'établissant en moyenne à 7 500 t (min. : 808 t; max. : 22 394 t). Les relevés du frai pour la période 1988-1999 dans la zone 24 ont généralement été effectués fin février et début mars, ce qui recoupe les observations du frai en 2016 (exception faite du frai du 7 janvier). Dans l'ensemble, même si le frai de 2016 à Hesquiaht a été plus abondant et est survenu plus tôt que ce qui a été observé depuis 1999, les observations ne sont pas considérées comme anormales et elles sont incluses dans l'évaluation du stock de hareng de la zone COIV.

L'augmentation du frai de 2016 dans les données de relevé résulte d'un accroissement de la longueur totale du frai, celle-ci étant passée de 20,45 kilomètres linéaires en 2015 à 60,58 kilomètres linéaires en 2016. Les relevés du frai montrent une augmentation de 9 000 t (45 %) des reproducteurs en 2016 par rapport à 2015, avec des valeurs d'indice pour 2016 semblables aux niveaux de 2002 à 2004 (tableau A.2). Il faudra des années consécutives de biomasse accrue du stock reproducteur pour nous permettre de déterminer si le stock de la zone COIV sera rétabli à un niveau supérieur à la période récente de faible biomasse prolongée. En outre, les échantillons biologiques pour la période 2002-2016 indiquent une absence de classes d'âge plus vieilles dans les regroupements prégénésiques, 90 % des poissons échantillonnés étant d'âges 2 à 6. La taille des échantillons biologiques a diminué dans la zone COIV, par suite de compressions budgétaires et de fermetures de pêches (entraînant la cessation du prélèvement d'échantillons provenant des prises); cependant, il serait raisonnable de s'attendre à ce qu'il y ait des indications de classes d'âge plus vieilles dans les échantillons biologiques prélevés si des poissons plus vieux étaient effectivement présents dans la population. Étant donné l'absence de pêche commerciale dans la zone COIV entre 2006 et 2016, les indications de rétablissement devraient également prendre en compte la reconstitution des classes d'âge plus vieilles. La compréhension des facteurs qui contribuent à

la lenteur du rétablissement du stock de la zone COIV (p. ex. prédation, productivité, déplacements) est une importante considération de recherche pour cette zone.

Le ME1 estime la biomasse médiane du stock reproducteur (BSR_{2016}) à 35 125 t, et la BSR_{2016} est estimée à 62 % (médiane) du niveau non exploité BSR_0. Le ME2 estime la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 17 862 t et à 41 % de la BSR_0 (tableau 3). Les estimations plus élevées de la biomasse du stock reproducteur et de l'état du stock par rapport à la BSR_0 produites par le ME1 résultent largement de la mise à l'échelle de la biomasse par l'estimation de q. Les estimations médianes du ME1 pour q_1 et q_2 sont de 0,59 et 0,53, la déviation étant très faible par rapport à la valeur a priori de ~0,5. Dans le ME2, les estimations médianes de q_1 et q_2 sont de 0,82 et 1,0 (tableau A.3).

À de faibles niveaux de biomasse, le stock de la zone COIV se caractérise par des différences en apparence brusques d'une année à l'autre dans la biomasse estimée par les relevés. Par exemple, en 2010, l'indice de relevé était de 2 464 t; il a augmenté à 9 663 t en 2011, puis a diminué à 5 407 t l'année suivante. Le changement en pourcentage de ces augmentations et diminutions est considérable, tout comme l'est l'incertitude dans les estimations de la biomasse du stock reproducteur (tableau 2). Les deux modèles indiquent une récente augmentation graduelle de la biomasse estimée du stock reproducteur; toutefois, on ne dispose guère d'indications sur les facteurs qui ont contribué à la période récente (2004-2013) de faible biomasse prolongée (figures 15d et 16d). Les modèles ME1 et ME2 estiment tous deux un recrutement supérieur à la moyenne pour les poissons d'âge 2 en 2015 (figures 15b et 16b).

En l'absence de pêche, le ME1 projette la biomasse médiane du stock reproducteur avant la récolte en 2017 à 33 580 t, avec 30 % (médiane) de poissons d'âge 3 et 54 % (médiane) de poissons d'âge 4 et plus (tableau 4). Le ME2 projette la biomasse médiane du stock reproducteur avant la récolte à 17 800 t (tableau 4). Les proportions projetées de poissons d'âge 3 et de poissons d'âge 4 et plus sont presque identiques dans les deux modèles. Les résultats du ME1 indiquent une probabilité de 1 % que le stock se situe sous l'estimation de $0{,}25BSR_0$, tandis que les résultats du ME2 indiquent une probabilité de 57 % que le stock se situe sous le seuil fixe de 18 800 t (tableau 10). Les probabilités d'être sous le seuil et d'atteindre les taux de récolte établis pour une fourchette de niveaux de récolte dans les principales zones de stock de la COIV sont présentées au tableau 10.

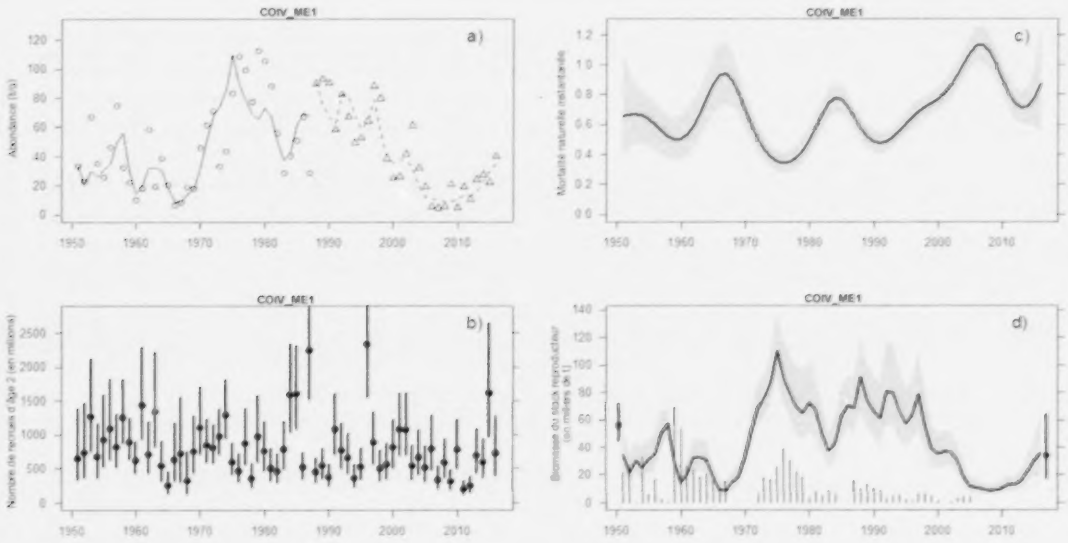

Figure 15. Résultats du modèle pour la côte ouest de l'île de Vancouver (ME1). Voir la description détaillée à la figure 6.

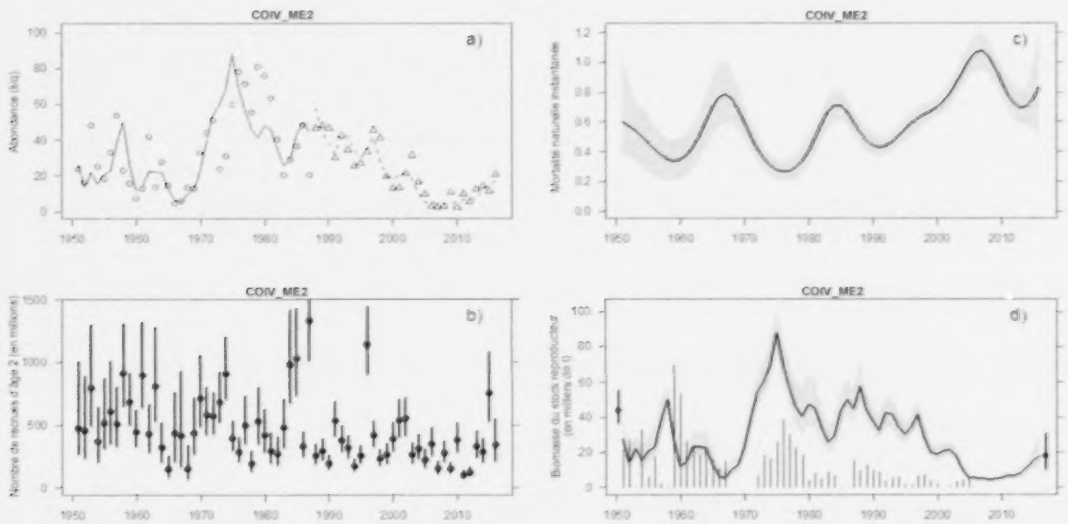

Figure 16. Résultats du modèle pour la côte ouest de l'île de Vancouver (ME2). Voir la description détaillée à la figure 6.

*Tableau 10. Tables de décision concernant les paramètres de la récolte et de la biomasse tirés du **ME1** (à gauche) et du **ME2** (à droite) pour la biomasse projetée du stock reproducteur en 2017, en fonction d'une fourchette de TAC (en tonnes) pour la zone de la **côte ouest de l'île de Vancouver**. Les probabilités sont estimées à l'aide des proportions des échantillons dérivés de la méthode de MCCM pour lesquels les critères donnés sont maintenus. Les projections sur un an pour la zone de la COIV utilisent des ratios d'allocation des prises pour chacune des trois pêches (pêche au hareng de consommation et pour le marché des appâts/pour des usages spéciaux, et pêches du hareng rogué à la senne et au filet maillant) d'après les prises moyennes historiques sur 20 ans.*

*À gauche (**ME1**) : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) soit inférieure à $0{,}25BSR_0$, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %.*

*À droite (**ME2**) : Les valeurs correspondent aux probabilités, pour chaque TAC, que la biomasse du stock reproducteur après la récolte en 2017 (BSR_{2017}) tombe sous le seuil fixe de 18 800 t, et que le taux de récolte (TR) soit plus élevé que 20 % ou 10 %.*

Côte ouest de l'île de Vancouver (COIV)						Côte ouest de l'île de Vancouver (COIV)					
	Mesures de la biomasse – ME1		Mesures de la récolte – ME1				Mesures de la biomasse – ME2		Mesures de la récolte – ME2		
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte < 0,25B SR_0 en 2017) P(BSR_{2017} < 0,25BSR_0)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport à 0,25 de la BSR_0 Méd. (BSR_{2017}/ 0,25BSR_0)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)	TAC (en tonnes métriques)	Prob. (biomasse après la récolte < seuil en 2017) P(BSR_{2017} < 18 800 t)	Rapport médian de la biomasse projetée après la récolte par rapport au seuil Méd. (BSR_{2017}/ 18 800 t)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 20 %)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,01	2,39	0,00	0,00	0,00	0	0,57	0,95	0,00	0,00	0,00
1 000	0,01	2,34	0,00	0,00	0,03	1 000	0,60	0,91	0,00	0,04	0,06
1 500	0,01	2,32	0,00	0,01	0,04	1 500	0,62	0,90	0,00	0,27	0,08
1 850	0,01	2,30	0,00	0,05	0,05	1 850	0,64	0,88	0,02	0,50	0,10
2 000	0,01	2,30	0,00	0,08	0,06	2 000	0,64	0,88	0,03	0,59	0,11
3 000	0,02	2,25	0,01	0,35	0,09	3 000	0,67	0,85	0,23	0,93	0,16
3 500	0,02	2,23	0,03	0,50	0,10	3 500	0,68	0,83	0,39	0,97	0,18
3 850	0,02	2,21	0,05	0,60	0,11	3 850	0,70	0,82	0,50	0,99	0,20
4 000	0,02	2,21	0,06	0,64	0,11	4 000	0,70	0,81	0,55	0,99	0,21
5 000	0,03	2,16	0,17	0,83	0,14	5 000	0,73	0,78	0,78	1,00	0,25
5 500	0,03	2,14	0,24	0,88	0,15	5 500	0,75	0,76	0,86	1,00	0,28
6 000	0,04	2,12	0,31	0,92	0,17	6 000	0,76	0,75	0,91	1,00	0,30
7 250	0,04	2,06	0,50	0,97	0,20	7 250	0,79	0,71	0,97	1,00	0,35
8 000	0,05	2,03	0,60	0,98	0,22	8 000	0,81	0,69	0,99	1,00	0,38
8 500	0,06	2,01	0,66	0,99	0,23	8 500	0,82	0,67	0,99	1,00	0,40

Zone 2W

Des données de relevé du frai sont recueillies dans la zone 2W depuis 1978, mais il n'y a eu aucune observation du frai de 1995 à 1997 et en 1999 en raison du manque de ressources disponibles, ni en 2015 à cause des conditions météorologiques. La majorité des observations de la zone 2W sont effectuées par relevé en surface; c'est pourquoi les données de relevé sont traitées comme une seule série chronologique (avec une seule valeur de q). L'indice du frai a diminué, passant de 2 871 t en 2009 à 1 368 t en 2014 (tableau A.2). Un relevé en surface a été effectué en 2016, et l'estimation produite a été de 3 001 t. Les échantillons biologiques de la zone 2W sont prélevés dans le cadre des opérations commerciales de récolte d'œufs sur varech ainsi que du programme de pêche d'essai par navire affrété. Cinq échantillons ont été prélevés par navire affrété en 2016.

Les deux modèles d'évaluation estiment que la biomasse du stock reproducteur est stable, la biomasse médiane ayant varié de 4 013 t à 4 468 t (ME1) et de 1 777 t à 2 004 t (ME2) de 2011 à 2016 (tableau 2). Les deux modèles sont ajustés aux observations de 2013 et ajustent à la baisse les observations de 2006-2012 (figures 17a et 18a); ils estiment une tendance stable avec un degré élevé d'incertitude (figures 17d et 18d). Le ME1 et le ME2 estiment la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 4 468 t et à 2 004 t, et l'état du stock (BSR_{2016}) par rapport au niveau non exploité (BSR_0) est estimé à 130 % et à 88 % (valeurs médianes; tableaux 2 et 3). Les tendances des estimations de la biomasse par le ME2 sont similaires à celles du ME1, mais les estimations du ME2 de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) et de l'état du stock relatif à BSR_0 sont plus faibles que les estimations du ME1 (tableaux 2 et 3). En l'absence de pêche, les deux modèles projettent des niveaux similaires de biomasse du stock reproducteur en 2017, les valeurs prédites par le ME1 et le ME2 pour la BSR_{2017} étant respectivement de 4 375 t et de 1 973 t (tableau 4).

Les tables de décision de la zone 2W présentent la probabilité que les niveaux de prises excèdent le taux de récolte de 10 % (tableau 11). Aucun seuil n'est mis en place dans la procédure de gestion pour cette zone de stock secondaire.

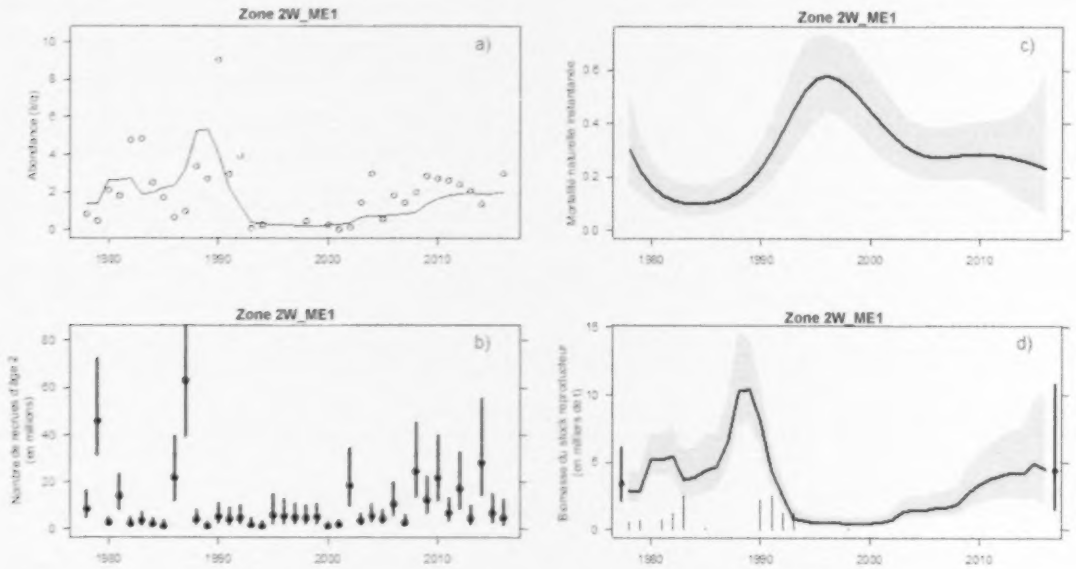

Figure 17. Résultats du modèle pour le stock secondaire de la zone 2W de Haida Gwaii (ME1). Voir la description détaillée à la figure 6.

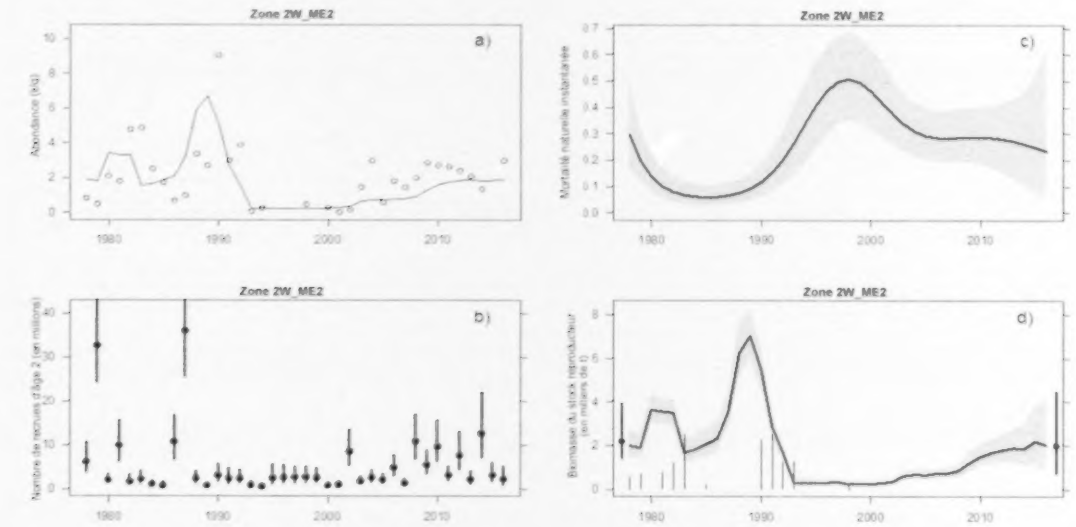

Figure 18. Résultats du modèle pour le stock secondaire de la zone 2W de Haida Gwaii (ME2). Voir la description détaillée à la figure 6.

*Tableau 11. Tables de décision concernant les paramètres de la récolte et de la biomasse tirés du **ME1** (à gauche) et du **ME2** (à droite) pour la biomasse projetée du stock reproducteur en 2017, en fonction d'une fourchette de TAC (en tonnes) pour le stock secondaire de la **zone 2W** de Haida Gwaii. Les probabilités sont estimées à l'aide des proportions des échantillons dérivés de la méthode de MCCM pour lesquels les critères donnés sont maintenus. Les projections sur un an pour la zone 2W utilisent des ratios d'allocation des prises pour chacune des trois pêches (pêche au hareng de consommation et pour le marché des appâts/pour des usages spéciaux, et pêches du hareng rogué à la senne et au filet maillant) d'après les prises moyennes historiques sur 20 ans.*

Zone 2W – ME1			Zone 2W – ME2		
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)	TAC (en tonnes métriques)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
50	0,00	0,01	50	0,01	0,03
75	0,00	0,02	75	0,06	0,04
100	0,01	0,02	100	0,14	0,05
150	0,05	0,03	150	0,32	0,08
200	0,10	0,05	200	0,50	0,10
300	0,26	0,07	300	0,78	0,15
400	0,43	0,09	400	0,92	0,20
500	0,58	0,11	500	0,97	0,24
600	0,70	0,13	600	0,99	0,29
700	0,79	0,16	700	1,00	0,34
800	0,85	0,18	800	1,00	0,38

Zone 27

Des données de relevés sur le frai sont recueillies régulièrement dans la zone 27 depuis 1978. En 2016, l'équipe de plongée basée à terre a réalisé un relevé du frai de hareng. L'indice du frai a augmenté entre 2011 (547 t) et 2015 (2 169 t), puis a diminué à 814 t en 2016 (tableau A.2). Au cours des dernières années, des échantillons biologiques ont été prélevés dans la zone 27 dans le cadre des activités de pêche commerciale des œufs sur varech seulement (pas d'échantillons de la pêche d'essai par navire affrété) et, en 2014, 2015 et 2016, les possibilités de pêche des œufs sur varech n'ont pas été exploitées dans la zone 27.

Les deux évaluations estiment que le stock a augmenté de 2012 à 2016 (tableau 2). Il y a peu d'écarts dans l'indice du frai de 2000 à 2015, et les deux modèles restituent la majorité de ces données de relevé (figures 19a et 20a). Les tendances de la biomasse estimée sont semblables dans le ME1 et le ME2 : la biomasse médiane du stock reproducteur estimée pour 2016 (SB_{2016}) est de 1 732 t et 1 497 t (ME1 et ME2)0, et la BSR_{2016} est estimée à 79 % et 84 % de la BSR_0 (ME1 et ME2; tableaux 2 et 3). Les deux modèles projettent une tendance stable continue de la biomasse du stock reproducteur pour 2017; en l'absence de pêche, le ME1 et le ME2 prédisent des niveaux médians de biomasse respectivement de 1 873 t et 1 617 t (tableau 4).

Les tables de décision de la zone 27 indiquent une probabilité que les niveaux de capture excèdent le taux de récolte de 10 % (tableau 12). Aucun seuil n'est mis en place dans la procédure de gestion pour cette zone de stock secondaire.

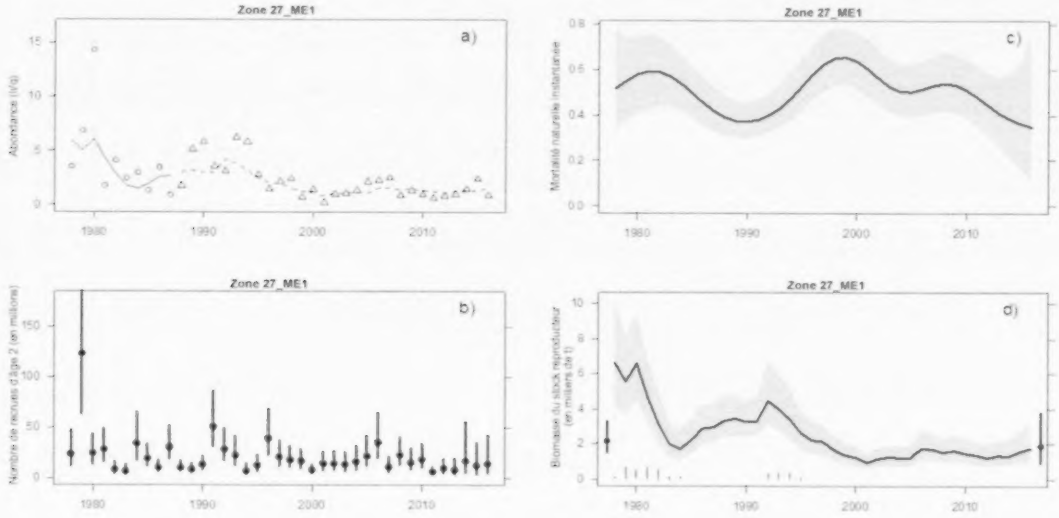

Figure 19. Résultats du modèle pour la zone 27 (ME1). Voir la description détaillée à la figure 6.

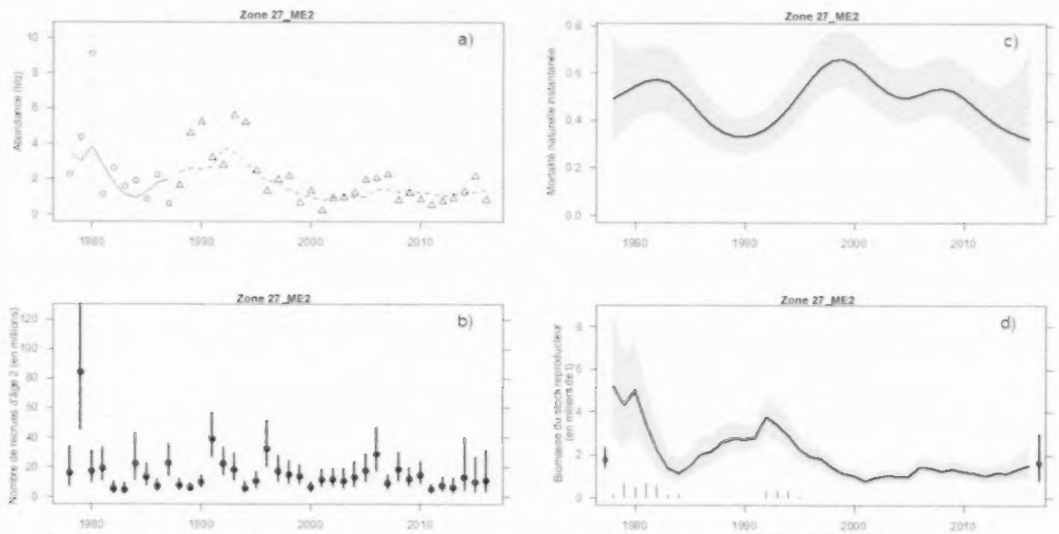

Figure 20. Résultats du modèle pour la zone 27 (ME2). Voir la description détaillée à la figure 6.

Tableau 12. Tables de décision concernant les paramètres de la récolte et de la biomasse tirés du ME1 (à gauche) et du ME2 (à droite) pour la biomasse projetée du stock reproducteur en 2017, en fonction d'une fourchette de TAC (en tonnes) pour le stock secondaire de la zone 27 de la côte ouest de l'île de Vancouver. Les probabilités sont estimées à l'aide des proportions des échantillons dérivés de la méthode de MCCM pour lesquels les critères donnés sont maintenus. Les projections sur un an pour la zone 2W utilisent des ratios d'allocation des prises pour chacune des trois pêches (pêche au hareng de consommation et pour le marché des appâts/pour des usages spéciaux, et pêches du hareng rogué à la senne et au filet maillant) d'après les prises moyennes historiques sur 20 ans.

Zone 27 – ME1			Zone 27 – ME2		
TAC (en tonnes métriques)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)	TAC (en tonnes métriques)	Prob. (taux d'exploitation > TR cible) P(U'2017 > 10 %)	Taux médian d'exploitation Méd. (U'2017)
0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
25	0,00	0,01	25	0,00	0,02
50	0,00	0,03	50	0,00	0,03
100	0,07	0,05	100	0,11	0,06
150	0,28	0,08	150	0,41	0,09
200	0,55	0,10	200	0,70	0,12
250	0,76	0,13	250	0,87	0,15

Sources d'incertitude

Les résultats de l'évaluation ne reflètent que les hypothèses structurelles précisées dans le modèle et les poids associés aux différentes composantes de données. Par conséquent, les intervalles de crédibilité et les tables de décision représentent des estimations minimales de l'incertitude. L'incertitude des estimations des paramètres et des quantités dérivées est explicitement traitée au moyen d'une approche bayésienne, et les intervalles de crédibilité présentés sont fonction des hypothèses structurelles des modèles. Les modèles opérationnels qui utilisent des méthodes de paramétrage différentes de la mortalité naturelle ou qui émettent des hypothèses structurelles différentes au sujet de la structure du stock produiront des plages d'incertitude différentes.

Conclusions et avis

Il est difficile de choisir une PG *temporaire* pour la gestion de la pêche du hareng de la Colombie-Britannique, car il n'existe pas d'objectifs de gestion précis pour cette pêche. Si c'était le cas, une approche de simulation-évaluation permettrait de produire un avis scientifique qui pourrait essentiellement éliminer les PG qui n'atteignent pas les objectifs établis. Les PG qui semblent correspondre aux objectifs de gestion pourraient être conservées aux fins d'évaluation future par rapport à des scénarios et à des modèles opérationnels plus complexes. En 2015, le MPO a entrepris un processus d'Évaluation des stratégies de gestion (ESG) pour le hareng du Pacifique, en commençant par l'élaboration de modèles opérationnels, l'examen et l'évaluation de points de référence limites éventuels et la tenue d'ateliers avec les Premières Nations et l'industrie de la pêche au hareng pour amorcer l'élaboration d'objectifs de gestion du hareng dans chaque zone de stock. L'ESG est un processus collaboratif pluriannuel à grande échelle qui vise à clarifier les objectifs de gestion, les stratégies et les tactiques pour atteindre ces objectifs, et les données scientifiques nécessaires pour soutenir le processus de gestion. On prévoit qu'à mesure que l'ESG produira des composantes tangibles, ces composantes seront

incorporées dans le processus annuel d'évaluation des stocks et permettront l'intégration des points de référence et des objectifs dans le flux opérationnel.

En l'absence de recommandations issues de l'ESG, il demeure nécessaire de formuler un avis de gestion au moins pour l'année de pêche 2016-2017. La présente réponse des Sciences fournit un avis scientifique propre à chaque stock sur les tendances de la biomasse du stock reproducteur, l'état des stocks en 2016, et les projections de la biomasse du stock reproducteur avant la récolte en 2017 obtenus au moyen de deux différentes évaluations des stocks : les modèles ME1 et ME2. Les tables de décision pour 2017 présentent les probabilités que la biomasse projetée du stock reproducteur tombe sous le niveau correspondant à $0{,}25BSR_0$ (ME1) ou sous les seuils fixes (ME2), et que le taux de récolte dépasse les taux cibles de 20 % ou de 10 % pour un éventail de niveaux de prises constants. Les résumés de ces résultats pour chaque zone sont fournis ci-après.

Afin de guider l'interprétation de l'avis découlant de l'évaluation ainsi que le choix d'une procédure de gestion provisoire pour 2016-2017, le GTTH a aussi inclus le tableau A.1, qui décrit les limites de chaque modèle ou procédure de gestion dans le but de soutenir le processus décisionnel.

Sommaire : évaluation des stocks

Voici le sommaire des données sur les tendances de la biomasse et l'état des stocks par rapport aux seuils estimés ou fixes respectifs du ME1 et du ME2 pour chaque zone de stock.

Haida Gwaii

- L'indice du relevé du frai pour le stock HG a décliné, passant de 13 860 t en 2001 à 2 286 t en 2002, après quoi l'indice a fluctué entre 3 614 t et 9 794 t (moyenne : 6 429 t) entre 2003 et 2011. L'indice du relevé est demeuré supérieur à 10 500 t de 2012 à 2015, puis a chuté de 13 102 t en 2015 à 6 888 t en 2016.
- Les deux modèles estiment une faible biomasse relative entre 2000 et 2011, avec une augmentation de la biomasse en 2012 et 2013, suivie par une diminution entre 2014 et 2016.
- Le ME1 estime la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 16 405 t et la BSR_{2016} est estimée à 41 % (médiane) du niveau non exploité, BSR_0. Le ME2 estime la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 7 715 t et à 30 % de la BSR_0. Les tendances des estimations de la biomasse par le ME2 sont similaires à celles du ME1, mais les estimations du ME2 de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) et de l'état du stock relativement à la BSR_0 sont plus faibles que les estimations du ME1. Les estimations plus élevées de la biomasse du stock reproducteur et de l'état du stock par rapport à la BSR_0 produites par le ME1 résultent largement de la mise à l'échelle de la biomasse par l'estimation de q. Les estimations médianes de q_1 et q_2 par le ME1 sont respectivement de 0,32 et 0,52. Dans le ME2, les estimations médianes de q_1 et q_2 sont de 0,39 et 1,0.
- En l'absence de pêche, le ME1 projette la biomasse médiane du stock reproducteur en 2017 à 20 700 t; la valeur obtenue par le ME2 est de 9 784 t. Un recrutement supérieur à la moyenne de poissons d'âge 2 en 2016 contribue à l'augmentation projetée de la biomasse du stock reproducteur en 2017 (dans les deux modèles). Il y a un degré élevé d'incertitude dans les estimations des recrues d'âge 2 pour 2016, en partie à cause de la faible taille de l'échantillon. En l'absence de pêche, le ME1 estime qu'il y a une probabilité

de 5 % que le stock se situe sous le seuil de $0,25BSR_0$ en 2017, et le ME2 estime une probabilité de 59 % que le stock se situe sous le seuil fixe de 10 700 t en 2017.

District de Prince Rupert

- Depuis le milieu des années 1990, le stock de la zone du district de Prince Rupert (DPR) se caractérise par deux périodes de biomasse constante et stable : 1996-2003 et 2006-2016. Ces tendances stables de la biomasse estimée du stock reproducteur concordent avec les tendances des observations des relevés par plongée.
- Le ME1 estime la biomasse médiane du stock reproducteur (BSR_{2016}) à 22 289 t, et la BSR_{2016} est estimée à 38 % (médiane) du niveau non exploité BSR_0. Le ME2 estime la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 20 747 t et à 35 % de la BSR_0. Les similitudes dans les estimations des biomasses par les deux modèles sont attribuables au fait que le ME1 a estimé q_2 à 0,93.
- Le ME1 et le ME2 prédisent tous deux une tendance stable et continue de la biomasse du stock reproducteur en 2017, avec des niveaux analogues à ceux de 2016.
- En l'absence de pêche, le ME1 projette la biomasse médiane du stock reproducteur en 2017 à 23 080 t; la valeur obtenue par le ME2 est de 21 790 t. Si l'on compare les prévisions du ME1 et du ME2, contrairement aux autres zones de stock, le ME1 prévoit une plus forte probabilité de tomber sous le niveau de $0,25BSR_0$ (avec une estimation de q_2), et le ME2 prévoit une plus faible probabilité de tomber sous le seuil fixe de 12 100 t (avec une valeur de $q_2 = 1,0$) pour le même niveau de prises proposé. En l'absence de pêche, le ME1 prévoit une probabilité de 14 % que le stock de la zone du DPR se situe sous le niveau de $0,25BSR_0$, et le ME2 prévoit une probabilité de 5 % que le niveau se trouve sous le seuil fixe de 12 100 t.

Côte centrale

- L'inclusion de la zone 08 dans la zone d'évaluation de la CC a été signalée par l'équipe technique du MPO et de la Première Nation Heiltsuk comme étant un élément préoccupant pour les Premières Nations. Plus précisément, des préoccupations ont été exprimées sur la possibilité que l'inclusion du frai de la zone 08 dans la biomasse globale du stock reproducteur de la CC ait entraîné une pêche plus importante que prévu dans les zones 06 et 07, compte tenu de l'apport relatif de ces zones à la biomasse globale du stock reproducteur de la CC.
- On a commencé par examiner dans quelle mesure les données disponibles sur la taille selon l'âge soutiennent encore l'inclusion de la zone 08 dans l'évaluation de la zone de la CC. Les poissons sont systématiquement plus petits en moyenne dans la zone 08 que les poissons du même âge dans les zones 06 ou 07, ce qui pourrait prouver que les stocks de la zone 08 sont distincts de ceux des zones 06 et 07. Ce point mérite d'être étudié plus en profondeur.
- À la lumière de cette information et compte tenu des tendances passées selon lesquelles les prélèvements touchaient uniquement les zones 06 et 07, et parce que ces analyses ont été expressément demandées, les estimations de la biomasse du stock reproducteur et des projections d'avant la récolte, ainsi que les tables de décision de 2017 pour le stock de hareng de la côte centrale sont présentées ici selon deux scénarios : l'inclusion et l'exclusion des données de la zone 08. La même façon de procéder a été adoptée dans la réponse des Sciences de 2015.

- La série chronologique de données de relevé du frai pour le stock global de la côte centrale (zones 06, 07 et 08) comprend une période de faible biomasse relative mise au jour par relevé entre 2006 et 2012. Les valeurs obtenues par relevé ont augmenté, passant de 7 592 t en 2012 à 20 369 t en 2013, pour ensuite être ramenées à 13 309 t en 2014 avant de monter à 32 146 t en 2015. La valeur de l'indice de relevé pour 2016 est de 32 508 t.
- Les deux modèles estiment que la biomasse du stock reproducteur est à la hausse depuis 2012; ces observations concordent tant pour le scénario d'inclusion que pour le scénario d'exclusion des données de la zone 08.
- Selon le scénario de regroupement de toutes les données de la zone CC, les estimations médianes de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) pour le ME1 et le ME2 sont de 51 437 t et 31 536 t, et la BSR_{2016} est estimée à 86 % et 57 % du niveau non exploité BSR_0. Selon le scénario d'exclusion des données de la zone 08, les estimations médianes de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) pour le ME1 et le ME2 sont de 49 635 t et 30 042 t, et la BSR_{2016} est estimée à 89 % et 59 % de la BSR_0. Les tendances des estimations de la biomasse par le ME2 sont similaires à celles du ME1, mais les estimations du ME2 de la biomasse du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) et de l'état du stock relativement à la BSR_0 sont plus faibles que les estimations du ME1. Les estimations plus élevées de la biomasse du stock reproducteur et de l'état du stock par rapport à la BSR_0 produites par le ME1 résultent largement de la mise à l'échelle de la biomasse par l'estimation de q. Dans le ME1, les estimations médianes de q_1 et q_2 sont respectivement de 0,30 et 0,64. Dans le ME2, les estimations médianes de q_1 et q_2 sont de 0,34 et 1,0.
- En l'absence de pêche et selon le scénario d'inclusion de toutes les données de la zone CC, le ME1 projette la biomasse médiane du stock reproducteur en 2017 à 47 855 t; la valeur obtenue par le ME2 est de 29 600 t. En l'absence de pêche et selon le scénario d'exclusion des données de la zone 08, le ME1 projette la biomasse médiane du stock reproducteur en 2017 à 46 535 t; la valeur correspondante est de 28 690 t pour le ME2.
- En l'absence de pêche, le ME1 estime qu'il y a une probabilité de 0 % que le stock soit inférieur au seuil de $0{,}25BSR_0$ en 2017 (selon les deux scénarios de données); le ME2 estime une probabilité de 3 % et de 2 % que le stock se situe sous les seuils fixes de 17 600 t et 16 016 t en 2017 (scénarios respectifs d'inclusion et d'exclusion de la zone 08).

Détroit de Georgie

- Les deux modèles d'évaluation estiment que le stock a augmenté en 2016 par rapport à 2015, et les deux modèles estiment une trajectoire à la hausse de la biomasse du stock reproducteur depuis 2010. La trajectoire à la hausse de la biomasse du stock reproducteur et des projections pour 2017 résulte de la trajectoire à la hausse de l'indice du frai depuis 2008.
- Les lieux de frai du hareng sont concentrés dans la partie nord de la zone du DG. Entre 2000 et 2014, 87 % de la biomasse du stock reproducteur était concentrée entre Nanaimo et le cap Lazo, et 6 % des reproducteurs, en moyenne, se trouvaient au sud du passage Dodds. En 2016, 99 % (128 329 t) du frai de la zone du DG a eu lieu entre Nanaimo et le cap Lazo, dans les sections 141, 142, 143 et 172.
- Le ME1 et le ME2 estiment la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 199 604 t et à 111 677 t; l'état du stock en 2016 est estimé à 137 % (ME1) et à 96 % (ME2) du niveau non exploité. Les estimations plus élevées de la biomasse du stock reproducteur et de l'état du stock par rapport à la BSR_0 produites par le ME1 résultent

largement de la mise à l'échelle de la biomasse par l'estimation de q. Les estimations médianes du ME1 pour q_1 et q_2 sont de 0,55 et 0,60, soit une déviation très faible par rapport à la valeur a priori de ~0,5. Dans le ME2, les estimations médianes de q_1 et q_2 sont de 0,92 et 1,0.

- Le ME1 et le ME2 projettent tous les deux une hausse de la biomasse médiane du stock reproducteur en 2017. En l'absence de pêche, le ME1 projette la biomasse médiane du stock reproducteur en 2017 à 264 900 t; la valeur obtenue par le ME2 est de 158 100 t.
- En l'absence de pêche, le ME1 estime qu'il y a une probabilité de 0 % que le stock se situe sous le seuil de $0{,}25BSR_0$ en 2017; le ME2 estime une probabilité de 0 % que le stock se situe sous le seuil fixe de 21 200 t en 2017.

Côte ouest de l'île de Vancouver

- Les données de relevé du frai dans la zone COIV indiquent que le stock de cette zone a diminué entre 2004 et 2012, les valeurs d'indice les plus faibles ayant été enregistrées en 2006, 2007, 2008 et 2010. Entre 2013 et 2015, les indices du relevé ont des valeurs semblables les unes aux autres, présentant un écart inférieur à 2 600 t; ils sont suivis par une augmentation, l'indice passant de 11 323 t en 2015 à 20 528 t en 2016.
- À de faibles niveaux de biomasse, le stock de la zone COIV se caractérise par des différences en apparence brusques d'une année à l'autre dans la biomasse estimée par les relevés. Les relevés du frai montrent une augmentation de 9 000 t (45 %) des reproducteurs en 2016 par rapport à 2015, avec des valeurs d'indice pour 2016 semblables aux niveaux de 2002 à 2004. Il faudra des années consécutives de biomasse accrue du stock reproducteur pour nous permettre de déterminer si le stock de la zone COIV sera rétabli à un niveau supérieur à la période récente de faible biomasse prolongée.
- Les échantillons biologiques pour la période 2002-2016 indiquent une absence de classes d'âge plus vieilles dans les regroupements prégénésiques, 90 % des poissons échantillonnés étant d'âges 2 à 6. La taille des échantillons a diminué dans la zone COIV; néanmoins, il serait raisonnable de s'attendre à trouver des indications des classes d'âge plus vieilles dans les échantillons biologiques recueillis si des poissons plus vieux étaient effectivement présents dans les stocks. Étant donné l'absence de pêche commerciale dans la zone COIV entre 2006 et 2016, les indications de rétablissement devraient également prendre en compte la reconstitution des classes d'âge plus vieilles. La compréhension des facteurs qui contribuent à la lenteur du rétablissement du stock de la zone COIV (p. ex. prédation, productivité, déplacements) est une importante considération de recherche pour ce stock.
- Le ME1 estime la biomasse médiane du stock reproducteur (BSR_{2016}) à 35 125 t, et la BSR_{2016} est estimée à 62 % (médiane) du niveau non exploité BSR_0. Le ME2 estime la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 17 862 t et à 41 % de la BSR_0. Les estimations plus élevées de la biomasse du stock reproducteur et de l'état du stock par rapport à la BSR_0 produites par le ME1 résultent largement de la mise à l'échelle de la biomasse par l'estimation de q. Les estimations médianes du ME1 pour q_1 et q_2 sont de 0,59 et 0,53, la déviation étant très faible par rapport à la valeur a priori de ~0,5. Dans le ME2, les estimations médianes de q_1 et q_2 sont de 0,82 et 1,0.
- En l'absence de pêche, le ME1 projette la biomasse médiane du stock reproducteur en 2017 à 33 580 t; dans le ME2, la valeur projetée est de 17 800 t. Les résultats du ME1 indiquent qu'il y a une probabilité de 1 % que le stock se situe sous le seuil estimé de

0,25BSR$_0$, tandis que les résultats du ME2 laissent penser qu'il y a une probabilité de 57 % que le stock se situe sous le seuil fixe de 18 800 t.

Zone de stock secondaire 2W

- Les deux modèles d'évaluation estiment que la biomasse du stock reproducteur est stable, la biomasse médiane ayant varié de 4 013 t à 4 468 t (ME1) et de 1 777 t à 2 004 t (ME2) de 2011 à 2015. Les deux modèles sont ajustés aux observations de 2013 et ajustent à la baisse les observations de 2006-2012; ils estiment une tendance stable de la biomasse du stock reproducteur avec un degré élevé d'incertitude.
- Le ME1 et le ME2 estiment la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 4 468 t et à 2 004 t, et l'état du stock (BSR_{2016}) par rapport au niveau non exploité (BSR_0) est estimé à 130 % et à 88 %.
- En l'absence de pêche, les deux modèles projettent des niveaux similaires de biomasse du stock reproducteur en 2017, les valeurs prédites par le ME1 et le ME2 pour la BSR_{2017} étant respectivement de 4 375 t et de 1 973 t.

Zone de stock secondaire 27

- Les deux évaluations estiment que le stock a augmenté de 2012 à 2016. Il y a peu d'écarts dans l'indice du frai de 2000 à 2016, et les deux modèles restituent la majorité de ces données de relevé.
- Le ME1 et le ME2 estiment la biomasse médiane du stock reproducteur en 2016 (BSR_{2016}) à 1 732 t et à 1 497 t, et l'état du stock (BSR_{2016}) par rapport au niveau non exploité (BSR_0) est estimé à 79 % et à 84 %.
- Les deux modèles projettent une tendance stable continue de la biomasse du stock reproducteur pour 2017; en l'absence de pêche, le ME1 et le ME2 prédisent respectivement des niveaux médians de biomasse de 1 873 t et 1 617 t.

Collaborateurs

Les membres du **Groupe de travail technique sur le hareng** (GTTH) ont collaboré à l'élaboration de la présente réponse des Sciences en discutant des méthodes de relevé et des programmes de collecte de données, ainsi que des mises à jour de 2015-2016 des séries chronologiques de données utilisées pour l'évaluation des stocks de hareng. Les membres ont fourni un apport technique à l'égard de l'analyse des résultats, sous la forme de discussions portant sur la structure du modèle, le choix du modèle et les répercussions des hypothèses faites pour la dérivation de la RCP. Les membres ont également apporté des corrections au texte et ils ont contribué de façon substantielle à l'élaboration du tableau A.1, qui décrit les limites de chaque approche de modélisation. La réponse des Sciences de 2016 présente les résultats des méthodes ayant auparavant fait l'objet d'un examen par les pairs et ne comporte pas d'autres éléments de réflexion relatifs à l'utilisation des données ou à la structure et aux hypothèses des modèles. À ce titre, le MPO reconnaît que le rapport final peut ne pas représenter une opinion conensuelle du GTTH en ce qui concerne certains des problèmes techniques, l'interprétation des résultats ou les conclusions de la réponse des Sciences.

Nom	Affiliation
Jaclyn Cleary	MPO, Secteur des sciences, Région du Pacifique (GTTH)
Lesley MacDougall	Centre des avis scientifiques du Pacifique, MPO (rédactrice)

Nom	Affiliation
Brenda Spence	Direction de la gestion des pêches du MPO (GTTH)
Roger Kanno	Direction de la gestion des pêches du MPO (GTTH)
Russ Jones	Nation Haida (GTTH)
Dillon Buerk	Première Nation Metlakatla (GTTH)
William Benynon	Première Nation Metlakatla (GTTH)
Charmaine Carr-Harris	Skeena Fisheries Commission (GTTH)
Wade Helin	Bande Lax Kw'alaams (GTTH)
Penny White	North Coast Skeena FN Stewardship Society (GTTH)
Alejandro Frid	Central Coast Indigenous Resource Alliance (GTTH)
Brigitte Dorner	Nation Heiltsuk (GTTH)
Chad Ormond	Q'ul-Lhanumutsun Aquatic Resources Society (GTTH)
Christa Rusel	A-Tlegay Fisheries Society (GTTH)
Don Hall	Conseil tribal de Nuu-chah-nulth (GTTH)
Paul Starr	Comité consultatif de l'industrie du hareng (GTTH)
Al Cass	Comité consultatif de l'industrie du hareng (GTTH)

Approuvé par

Carmel Lowe
Directeur régional
Direction des sciences, Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada

13 octobre 2016

Sources de renseignements

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences de Septembre 2016 sur l'Évaluation du stock et Conseil de gestion sur le hareng du Pacifique en Colombie-Britannique : état du stock en 2016 et prévisions pour 2017.

Butterworth, D.S. 2007. Why a management procedure approach? Some positives and negatives. ICES J. Mar. Sci. 64: 613-617.

Cleary, J.S., Cox, S.P., Schweigert, J.S. 2010. Performance evaluation of harvest control rules for Pacific herring management in British Columbia, Canada. ICES J. Mar. Sci. 67: 2005-2011.

Cleary, J.S., Schweigert, J.F. 2011. Stock Assessment and Management Advice for the British Columbia Herring Stocks: 2010 Assessment and 2011 Forecasts. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/115. viii + 90 p.

de la Mare, W.K. 1998. Tidier fisheries management requires a new MOP (management oriented paradigm). Rev. Fish Biol. Fish. 8: 349-56.

MPO. 2015a. Avis de gestion et évaluation des stocks de hareng du Pacifique en Colombie-Britannique : état en 2015 et prévisions pour 2016. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2015/038.

MPO. 2015b. Points de référence limites éventuels comme base pour choisir parmi les autres règles de contrôle des prises pour le hareng du Pacifique (*Clupea pallasii*) en Colombie-Britannique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/062.

MPO. 2015c. Proceedings of the Pacific Regional Peer Review on Stock Assessment and Management Advice for BC Pacific Herring: 2013 Status and 2014 Forecast; September 4-6, 2013. DFO Can. Sci. Avis. Sec. Proceed. Ser. 2015/054.

Haist, V., Schweigert, J. 2006. Catch-age models for Pacific herring: Evaluation of alternative assumptions about fishery and stock dynamics and alternative error distributions. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/064. ii+ 55 p.

Hall, D.L., Hilborn, R., Stocker, M., Walters, C.J. 1988. Alternative harvest strategies for Pacific herring (*Clupea harengus pallasi*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 888-897.

Martell, S.J., Schweigert, J.F., Haist, V., Cleary, J.S. 2012. Moving towards the sustainable fisheries framework for Pacific herring: data, models, and alternative assumptions; Stock Assessment and Management Advice for the British Columbia Pacific Herring Stocks: 2011 Assessment and 2012 Forecasts. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/136. xxi + 151 p.

Pikitch, E., Boersma, P.D., Boyd, I.L., Conover, D.O., Cury, P.,Essington, T., Heppell, S.S., Houde, E.D., Mangel, M., Pauly, D., Plagányi, É., Sainsbury, K., Steneck, R.S. 2012. Little Fish, Big Impact: Managing a Crucial Link in Ocean Food Webs. Lenfest Ocean Program. Washington, DC. 108 pp.

Schweigert, J.S., Fort, C., Hamer, L. 1997. Stock assessments for British Columbia herring in 1996 and forecasts of the potential catch in 1997. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2173: 73 p.

Schweigert, J.F., Fu, C., Wood, C.C., Therriault, T.W. 2007. A risk assessment framework for Pacific herring stocks in British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/047. iv + 74 p.

Annexe

Tableau A.1. Historique et limites décelées des approches de modélisation ME1 et ME2 pour l'évaluation des stocks de hareng de la Colombie-Britannique.

Enjeu	ME1 (q estimé)	ME2 (q = 1)
Fiabilité des modèles d'évaluation	• Les résultats de la modélisation ne reflètent que les hypothèses structurelles précisées dans le modèle et les poids associés aux différentes composantes de données. • Comme c'est souvent le cas dans le contexte de l'évaluation des stocks, il y a des problèmes non résolus associés à des biais d'échantillonnage potentiels dans les données et il y a des possibilités d'erreurs de spécification du modèle (biais d'estimation résultant de l'omission de variables explicatives pertinentes). • Par conséquent, il peut y avoir, dans les estimations du modèle, des biais et des erreurs qui ne sont pas décelables au moyen des tests diagnostiques de modèle; cela introduit des incertitudes sur l'état véritable de la nature qui ne sont pas prises en compte par les probabilités dans les tables de décision. • Les estimations de l'incertitude indiquées dans les tables de décision doivent être considérées comme des estimations minimales.	
Relevés du frai de hareng	• Le programme annuel de relevés du frai vise à faire le relevé de toutes les principales activités de frai du hareng dans chaque zone de stock. Il est reconnu que des œufs sont perdus par suite de la prédation avant que le frai ne soit mesuré, et que les relevés ne mesurent pas tout le frai du hareng (p. ex. certaines activités de frai précoces ou tardives peuvent ne pas être prises en compte).	
Paramètre de mise à l'échelle des relevés du frai (q)	• Estimation de q_1 pour la série chronologique des relevés en surface (1951-1987) avec une valeur a priori. • Estimation de q_2 pour la série chronologique des relevés par plongée (1988-2016) avec une valeur a priori. • L'estimation de q_2 introduit un paramètre de plus dans le modèle pour représenter l'efficacité moyenne estimée des relevés pour la période des relevés par plongée. • Les estimations des relevés sont mises à l'échelle par la formule $1/q$ pour représenter la biomasse totale du stock reproducteur. • Les valeurs de q_1 et q_2 sont estimées indépendamment pour chaque zone dans le cadre du processus d'ajustement du modèle, à l'aide d'une valeur a priori basée sur : des hypothèses sur la non-détection du frai, des études indépendantes sur la perte d'œufs avant les relevés du frai, le nombre de jours entre le dépôt du frai et les relevés, et le biais dans la densité moyenne des œufs (Martell *et al.* 2012). • La même valeur a priori de relevé est utilisée à la fois pour q_1 et q_2 dans toutes les zones de stock. • En 2016, l'estimation de q_2 est	• Estimation de q_1 pour la série chronologique des relevés en surface (1951-1987) en tant que paramètre libre. • Valeur de q_2 pour la série chronologique des relevés par plongée (1988-2016) fixée à 1,0. • L'hypothèse q_2 = 1,0 suppose que les relevés observent tout le frai et qu'il n'y a pas d'œufs de perdus par prédation. • Dans le ME2, l'indice du frai de hareng est considéré comme une estimation minimale de l'abondance des reproducteurs.

Enjeu	ME1 (q estimé)	ME2 ($q = 1$)
	semblable à la valeur a priori de ~0,5 pour toutes les zones sauf celle du district de Prince Rupert, où elle est de 0,9.	
	• Ni le ME1 ni le ME2 ne supposent de changement dans l'efficacité relative des relevés au fil du temps (autrement dit, q_1 reste le même de 1951 à 1987 et q_1 reste le même de 1988 à 2016).	
Perception des estimations de la biomasse du stock reproducteur	• La mise à l'échelle des estimations de la biomasse à partir des relevés du frai dans le ME1 produit des estimations plus élevées de la biomasse et un nombre de prises supérieur, pour une même RCP, que dans le ME2 à partir du même ensemble de données d'entrée. • Les estimations de la biomasse produites par le ME1 peuvent sembler gonflées et non conformes aux perceptions créées par une utilisation à long terme des modèles de type ME2.	• Par définition, la série chronologique des estimations de la biomasse du stock reproducteur semble conforme aux perceptions basées sur les observations, influencées par l'utilisation à long terme des modèles de type ME2.
Biomasse non exploitée (BSR_0)	• Les estimations de la BSR_0 sont directement proportionnelles au poids selon l'âge et inversement proportionnelles à la mortalité naturelle (M), de sorte que, pour un même recrutement non exploité (en nombre), la biomasse non exploitée estimée diminue à la fois avec la réduction du poids selon l'âge et l'augmentation de M. • Les estimations de la BSR_0 par les modèles changent en fonction des changements du poids selon l'âge et M; il n'existe donc pas d'estimation unique de la BSR_0 pour éclairer la RCP sans que l'on formule d'autres hypothèses dans le ME1 sur les valeurs de M et du poids selon l'âge qui doivent être utilisées. • De même, les seuils fixes du ME2 dépendent des hypothèses sur M et sur le poids selon l'âge qui ont été faites à l'évaluation de 1996.	
Application de la règle de contrôle des prises (RCP)	• Les RCP élaborées durant les années 1980 n'ont pas été vérifiées par simulation avec la paramétrisation de l'actuel modèle ME1. Plus précisément : estimation de q_1, de q_2 (avec des valeurs a priori), des changements dans le poids selon l'âge et de la variation temporelle de la mortalité naturelle. • L'application de seuils fixes (estimés en 1996) dans la RCP n'est pas pertinente dans le cas du ME1. • L'application de $0{,}25BSR_0$ comme seuil pour la pêche commerciale dans la RCP peut ne pas être appropriée dans le cas du ME1 compte tenu des changements de la structure du modèle, du poids selon l'âge et de la mortalité naturelle. • La composante du taux de récolte de la RCP (10 % ou 20 %) est la même que celle de la RCP élaborée durant les années 1980. Par conséquent,	• La RCP élaborée au cours des années 1980 n'a pas été vérifiée par simulation en conjugaison avec la paramétrisation actuelle du modèle ME2. Plus précisément : estimation de q_1 (relevés en surface), changements du poids selon l'âge et estimation de la variation temporelle de la mortalité naturelle. • L'application de seuils fixes (estimés en 1996) dans la RCP peut ne pas être appropriée dans le cadre du ME2 en raison des changements apportés à la structure du modèle, des changements du poids selon l'âge et de l'estimation de la variation temporelle de la mortalité naturelle. • L'application de $0{,}25BSR_0$ comme seuil pour la pêche commerciale dans la RCP peut ne pas être appropriée dans le cas du ME2, compte tenu des changements de la structure du modèle, du poids selon l'âge et de la

Enjeu	ME1 (q estimé)	ME2 (q = 1)
	l'avis relatif aux niveaux des prises du ME1 sera élevé comparativement à celui du ME2, parce que la biomasse sous-jacente sera relativement plus importante que la biomasse prévue lorsque la règle a été évaluée, en raison d'une hypothèse différente au sujet de q_2.	mortalité naturelle.
Niveaux de probabilité dans les tables de décision	• Les tables de décision expriment la probabilité mathématique que la biomasse tombe sous le seuil et que le taux de récolte cible soit excédé. • Les niveaux de probabilité dans les tables de décision ne tiennent pas entièrement compte des risques pour les stocks parce que les mesures des RCP n'ont pas été évaluées en fonction des objectifs au moyen des formulations actuelles des modèles.	

Tableau A.2. Série chronologique de données sur l'indice du frai pour les stocks de hareng de la Colombie-Britannique.

Année	HG	DPR	CC	DG	COIV	Zone 2W	Zone 27
1951	4 213	27 149	15 390	66 143	19 597	-	–
1952	2 578	24 047	10 295	72 376	13 310	-	–
1953	7 555	28 468	18 237	111 307	39 571	-	–
1954	12 408	13 535	13 967	82 141	20 648	-	–
1955	6 437	14 482	13 564	69 854	15 112	-	–
1956	6 042	14 533	6 626	25 667	27 183	-	–
1957	1 592	27 518	4 607	24 465	44 114	-	–
1958	815	9 882	3 549	16 911	18 986	-	–
1959	8 981	40 961	3 904	47 864	12 979	-	–
1960	6 599	16 545	12 615	55 709	6 015	-	–
1961	8 981	12 059	4 265	44 326	10 556	-	–
1962	5 730	26 329	11 948	35 596	34 470	-	–
1963	7 297	16 981	6 485	37 381	11 245	-	–
1964	4 104	26 919	6 464	35 954	22 761	-	–
1965	1 378	6 055	2 097	38 390	11 891	-	–
1966	2 824	7 105	1 863	7 211	3 722	-	–
1967	710	3 386	5 434	9 647	4 813	-	–
1968	833	5 197	5 790	9 442	11 029	-	–
1969	2 075	965	1 837	14 039	10 465	-	–
1970	5 552	8 814	8 230	34 163	26 912	-	–
1971	13 291	8 480	4 156	38 921	36 206	-	–
1972	9 542	8 774	3 572	25 139	41 857	-	–
1973	7 960	10 959	12 434	16 191	19 481	-	–
1974	14 510	9 244	8 852	40 571	25 540	-	–
1975	9 686	10 565	8 037	70 208	49 149	-	–
1976	15 986	15 199	13 849	60 511	64 200	-	–
1977	15 717	10 425	14 613	78 113	58 679	-	–
1978	16 885	4 734	7 747	101 784	45 607	832	3 595
1979	12 236	7 600	5 669	63 973	66 397	494	6 909
1980	30 455	11 001	12 957	85 679	62 308	2 114	14 419
1981	18 823	12 939	15 811	54 754	52 014	1 811	1 828
1982	22 159	16 108	16 215	101 025	33 047	4 781	4 137
1983	19 470	23 575	18 214	66 201	16 771	4 869	2 501
1984	22 120	25 702	13 788	26 054	23 872	2 522	3 004
1985	17 232	30 675	8 483	25 024	30 010	1 719	1 382
1986	5 679	25 580	20 056	41 575	39 514	684	3 495
1987	10 750	38 673	12 431	41 737	16 858	989	952
1988	13 631	33 957	26 467	24 976	46 242	3 380	1 612
1989	23 638	14 876	21 098	66 052	47 718	2 719	4 612

Année	HG	DPR	CC	DG	COIV	Zone 2W	Zone 27
1990	25 404	21 177	28 551	67 150	46 464	10 946	5 212
1991	16 204	24 305	18 429	45 827	29 996	2 985	3 213
1992	11 068	38 585	42 594	82 710	42 366	3 909	2 779
1993	6 462	23 328	31 717	90 197	34 408	89	5 576
1994	12 807	14 683	28 790	67 138	25 249	248	5 229
1995	4 701	16 879	21 343	64 898	27 128	-	2 484
1996	7 374	22 664	20 344	71 325	33 121	-	1 332
1997	10 778	23 565	27 016	58 181	45 362	-	1 963
1998	20 681	17 997	29 738	74 616	41 011	469	2 156
1999	9 472	27 742	30 208	85 094	19 734	-	658
2000	5 341	17 943	30 810	72 688	12 799	288	1 301
2001	13 860	35 070	24 334	100 248	13 414	35	221
2002	2 286	20 503	20 318	117 862	21 242	149	917
2003	7 398	34 630	24 401	152 150	31 397	1 462	963
2004	4 906	31 104	28 245	122 839	16 432	2 996	1 223
2005	3 614	28 172	23 903	102 755	9 663	584	1 918
2006	4 097	10 255	9 084	50 258	2 875	1 828	2 044
2007	9 436	15 700	9 264	38 524	2 246	1 469	2 248
2008	4 213	12 728	4 255	34 507	2 739	2 000	796
2009	9 794	11 961	10 771	53 652	10 607	2 871	1 201
2010	6 845	28 607	8 671	50 454	2 464	2 725	846
2011	7 554	21 097	10 533	85 001	9 663	2 641	547
2012	11 984	22 716	7 592	52 636	5 407	2 180	744
2013	16 025	25 755	20 369	83 693	12 342	2 076	914
2014	10 566	17 125	13 309	120 468	13 937	1 368	1 307
2015	13 102	17 407	32 146	104 481	11 323	-	2 169
2016	6 888	18 985	32 508	129 502	20 528	3 001	814

Tableau A.3 Estimations par les modèles des principaux paramètres (avec un intervalle de crédibilité de 5-95 %) pour le ME1 et le ME2.

	HG_ME1				HG_ME2			
	Estimations a posteriori				Estimations a posteriori			
	DPM	5e centile	Médiane	95e centile	DPM	5e centile	Médiane	95e centile
R_0 (millions)	525,16	365,64	542,70	760,70	286,45	218,57	292,67	378,19
Variation de la pente (*h*)	0,81	0,66	0,78	0,88	0,80	0,65	0,78	0,87
Taux de mortalité naturelle moyen (*M*)	0,41	0,27	0,47	0,68	0,38	0,23	0,41	0,60
R_bar (recrutement moyen)	310,34	175,43	284,78	428,97	185,85	112,47	171,54	239,82
R (recrutement initial)	44,06	8,09	42,92	209,40	34,50	5,89	31,59	135,19
rho (ρ)	0,30	0,30[1]	0,30	0,30	0,37	0,33	0,37	0,41
kappa	0,74	0,62	0,70	0,76	0,75	0,64	0,71	0,77
q_1	0,30	0,25	0,32	0,37	0,38	0,32	0,39	0,45
q_2	0,51	0,37	0,52	0,66	1,00	0,98	1,00[2]	1,01

[1] Paramètre rho fixé à la valeur moyenne a priori de rho à partir de l'évaluation de 2015 (ME1 seulement).
[2] Application de $q_2 = 1$ en utilisant la valeur a priori normale avec une moyenne de 1,0 et un écart type de 0,01.

	DPR_ME1				DPR_ME2			
	Estimations a posteriori				Estimations a posteriori			
	DPM	5e centile	Médiane	95e centile	DPM	5e centile	Médiane	95e centile
R_0 (millions)	328,34	221,14	325,75	468,45	285,63	232,73	300,45	392,50
Variation de la pente (*h*)	0,73	0,54	0,70	0,83	0,73	0,55	0,70	0,83
Mortalité naturelle moyenne (*M*)	0,45	0,25	0,46	0,67	0,44	0,25	0,44	0,71
R_bar (recrutement moyen)	235,92	127,90	215,39	322,82	201,61	127,47	194,61	262,98
R (recrutement initial)	286,36	39,12	223,82	965,18	263,67	36,50	210,86	948,03
rho (ρ)	0,40	0,35	0,40	0,44	0,40	0,35	0,40	0,44
kappa	0,90	0,76	0,85	0,93	0,90	0,75	0,85	0,93
q_1	0,51	0,43	0,54	0,63	0,55	0,48	0,56	0,62
q_2	0,89	0,70	0,93	1,13	1,00	0,98	1,00	1,01

	CC_ME1				CC_ME2			
	Estimations a posteriori				Estimations a posteriori			
	DPM	5e centile	Médiane	95e centile	DPM	5e centile	Médiane	95e centile
R_0 (millions)	501,12	357,13	492,95	634,88	343,43	284,01	358,36	445,27
Variation de la pente (*h*)	0,82	0,67	0,81	0,88	0,83	0,68	0,81	0,89
Taux de mortalité naturelle moyen (*M*)	0,47	0,28	0,49	0,69	0,45	0,25	0,46	0,68
R_bar (recrutement moyen)	373,87	212,61	342,57	504,29	247,03	154,57	237,25	333,39
R_1 (recrutement initial)	324,89	43,78	233,45	1 047,31	269,01	33,41	195,58	833,68
rho (ρ)	0,34	0,30	0,35	0,39	0,34	0,30	0,35	0,38
kappa	0,97	0,81	0,92	1,00	0,92	0,77	0,87	0,96
q_1	0,29	0,25	0,30	0,34	0,34	0,29	0,34	0,37
q_2	0,60	0,48	0,64	0,80	1,00	0,98	1,00	1,01

	DG_ME1				DG_ME2			
	Estimations a posteriori				Estimations a posteriori			
	DPM	5e centile	Médiane	95e centile	DPM	5e centile	Médiane	95e centile
R_0 (millions)	3 214,83	2 025,16	2 981,24	3 970,53	1 451,90	1 227,48	1 451,06	1 656,15
Variation de la pente (*h*)	0,76	0,58	0,73	0,84	0,80	0,64	0,78	0,87
Taux de mortalité naturelle moyen (*M*)	0,57	0,39	0,61	0,87	0,50	0,31	0,53	0,74
R_bar (recrutement moyen)	2 733,45	1 428,06	2 377,44	3 628,28	1 207,13	788,39	1 169,14	1 631,04
R_1 (recrutement initial)	812,85	78,48	501,14	2 434,00	393,14	37,50	238,75	1 020,86
rho (ρ)	0,40	0,34	0,40	0,44	0,41	0,36	0,41	0,45
kappa	1,26	1,02	1,16	1,26	1,22	1,00	1,13	1,24
q_1	0,50	0,41	0,55	0,71	0,89	0,79	0,92	1,05
q_2	0,56	0,46	0,60	0,73	1,00	0,98	1,00	1,01

	COIV_ME1				COIV_ME2			
		Estimations a posteriori				Estimations a posteriori		
	DPM	5e centile	Médiane	95e centile	DPM	5e centile	Médiane	95e centile
R_0 (millions)	898,13	663,36	925,13	1 193,30	529,94	429,47	545,18	681,30
Variation de la pente (h)	0,76	0,61	0,74	0,84	0,74	0,61	0,72	0,82
Taux de mortalité naturelle moyen (M)	0,65	0,39	0,66	0,97	0,59	0,37	0,60	0,91
R_bar (recrutement moyen)	722,23	432,10	720,82	1 056,40	393,56	263,61	403,45	548,67
R_i (recrutement initial)	413,91	30,49	257,83	1 364,71	273,57	22,45	171,52	1 058,60
rho (ρ)	0,43	0,38	0,43	0,47	0,42	0,37	0,42	0,46
kappa	1,06	0,87	0,98	1,07	0,99	0,82	0,93	1,01
q_1	0,59	0,46	0,59	0,70	0,82	0,69	0,82	0,92
q_2	0,51	0,38	0,53	0,66	1,00	0,98	1,00	1,01

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : (250) 756-7208
Courriel: csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet: www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2016

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2016. Évaluation du stock et Conseil de gestion sur le hareng du Pacifique en Colombie-Britannique : état du stock en 2016 et prévisions pour 2017. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2016/052.

Also available in English:

DFO. 2016. Stock Assessment and Management Advice for BC Pacific Herring: 2016 Status and 2017 Forecast. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2016/052.